

Tampereen seudun pyöräilyverkoston tietomallin suunnittelu

Aalto yliopiston insinööritieteiden korkeakoulun
rakennetun ympäristön laitoksella tehty
diplomityö

Espoo, toukokuu 2016

Filosofian maisteri Arto Majoinen

Valvoja: Professori Kirsi Virrantaus
Ohjaaja: DI Anna Mustajoki

Tekijä Arto Majoinen

Työn nimi Tampereen seudun pyöräilyverkoston tietomallin suunnittelu

Koulutusohjelma Geomatiikka

Pääaine Geoinformatiikka

Koodi M3003

Työn valvoja Professori Kirsi Virrantaus

Työn ohjaaja(t) DI Anna Mustajoki

Päivämäärä 12.5.2016

Sivumäärä 60 + 32

Kieli suomi

Tiivistelmä

Polkupyöräilyn kehittäminen ja sen kulkutapaosuuden kasvattaminen ovat keskeinen tavoite monien kaupunkien kaupunkisuunnittelussa. Tässä diplomityössä suunniteltiin paikkatietomalli Tampereen seudun pyöräilyverkoston väylätietojen hallinnointia ja ylläpitoa varten. Keskeisenä tavoitteena oli suunnitella tietokanta ja sen ylläpitoprosessi seudullisen pyöräilyverkostotiedon hallinnoimiseksi. Tampereen seutu kattaa kahdeksan kunta Pirkanmaan maakunnassa. Työssä pyrittiin määrittelemään pyöräilyverkostotiedon keskeisimmät tietolähteet, tietomallin keskeisimmät tietokohteet ja niiden ominaisuustiedot sekä tietokohteiden elinkaarisäännöt. Työn teoriataustassa selvitetään kirjallisuustutkimuksen avulla paikkatiedon ja liikenneverkkojen mallintamiseen sekä paikkatiedon elinkaarisääntöihin liittyvää teoriaa. Haastattelututkimuksen avulla kerättiin tietoa pyöräilyverkostoihin liittyvien ratkaisujen nykytilaan liittyen sekä selvitettiin näkemyksiä tuleviin ratkaisuihin liittyen sekä paikallisesti että kansallisesti. Pyöräilyverkostoja kuvaavia paikkatietoaineistoja tarkasteltiin pääasiassa internet-lähteiden avulla.

Teoriatutkimuksen ja haastatteluiden tulosten perusteella keskeiseksi tarpeeksi nousi reitittävä pyöräilyverkoston geometria, jota voidaan hyödyntää erilaisiin verkostoolyysihin sekä tulevaisuudessa pyöräilysovelluksissa. Ensisijaiseksi toteutukseksi määriteltiin topologisesti eheän pyöräilyverkoston geometrian muodostaminen, jossa huomioidaan vain olennaiset ominaisuustiedot. Keskeisimmät tietokohteet ja niiden ominaisuustiedot määritettiin yhdessä toimeksiantajan kanssa. Pyöräilyverkoston osista tietokantaan tallennetaan tieto pyöräteistä, jalkakäytävistä sekä kaduista sekä muusta tiestöstä. Seudullisen tietomallin toteutus päätettiin toteuttaa neljässä eri vaiheessa, joista tämä työ kattaa ensimmäisen vaiheen.

Verkoston geometriatietojen lähteeksi määriteltiin kaksi kokonaisuutta, kunnallisista lähteistä saatavat väylätiedot pyöräteiden, jalkakäytävien ja kävelykatujen osalta sekä kansallisesta Digiroad-järjestelmästä saatavat seudulliset väylätiedot katujen ja muun tiestön osalta. Työn empiirisessä osassa testattiin topologisesti eheän pyöräilyverkoston muodostamista Tampereen alueelta sekä automatisoidusti että manuaalisesti digitoimalla. Tämän testauksen perusteella verkoston muodostaminen ja ylläpito jatkossa päätettiin toteuttaa manuaalisesti digitoimalla. Pyöräilyverkoston tiedot tallennetaan ja ylläpidetään PostgreSQL/PostGIS-tietokannassa ja ylläpidossa hyödynnetään QGIS-karttanäkymää. Ylläpidossa hyödynnetään työssä laadittuja elinkaarisääntöjä. Tietomallin kehitystyötä jatketaan tämän työn jälkeen ja tietomallia sekä elinkaarisääntöjä suositellaan päivitettäväksi kehitystyön edetessä.

Avainsanat tietomalli, paikkatietomalli, tietokanta, paikkatietokanta, verkosto, verkostotieto pyöräily, pyöräilyverkosto

Author Arto Majoinen		
Title of thesis Data model for cycling network in Tampere region		
Degree programme Degree Programme in Geomatics		
Major Geoinformatics		Code M3002
Thesis supervisor Professor Kirsi Virrantaus		
Thesis advisor(s) DI Anna Mustajoki		
Date 12.5.2016	Number of pages 60 + 32	Language Finnish

Abstract

The development of cycling and increase of its share as a mean of transportation is a key objective in urban planning of many cities. The aim of this thesis was to design the spatial data model for the management and maintenance of the cycling network for Tampere region. The main objective was to design a database and its maintenance process of regional cycling network information. Tampere region covers eight municipality in the province of Pirkanmaa. The aim was to define main sources of information for network data, the key data objects and attributes, as well as lifecycle rules for data objects. Theoretical background consists of literature research related to the modeling of spatial and transport networks, as well as lifecycle theory for spatial data objects. Interview survey was carried out to explore to the current state of cycling networks, as well as the views of future solutions in both regional and national levels. Cycling network data models were examined primarily from Internet sources.

The theoretical basis of this study and the results of interviews rose the key need for a routing cycling network geometry, which can be utilized in various network analyzes in the future, as well as cycling applications. The main goal was to construct topologically consistent cycling network, which takes into account only the essential attributes in first phase. The most important data objects and their characteristics were determined together with the client. Objects of the cycling network to be stored in planned database were bike roads, sidewalks and walking streets, as well as the rest of the road network. Implementation of a regional data model was decided to be fulfilled in four different stages and this work covers the first phase.

Two main data sources for network geometries were utilized - the lane data from municipal sources, cycle paths, pavements and pedestrian areas as well as the national Digiroad system for streets and roads. In the empirical part of the study, the formation of topologically consistent network was tested in test area in Tampere with both automated tools and manual digitizing methods. Based on this testing, the formation and maintenance of the network in the future, it was decided to implement manually by digitizing. Cycling network information is stored and maintained in a PostgreSQL/PostGIS database and maintenance is carried by utilizing QGIS map view. Lifecycle rules are utilized as a part of the maintenance and development process. The data model development will continue after this work and data model as well as life-cycle rules recommended to be upgraded when the development progresses.

Keywords data model, spatial data model, database, spatial database, network, network data cycling, cycling network

Alkusanat

Rakkaudesta lajiin. Näistä sanoista ja lähtökohdista sai alkunsa tämä diplomityö, joka toteutettiin toimeksiantona Tampereen kaupungille. Haluankin kiittää mielenkiintoisesta aiheesta Anna Mustajokea sekä Olavi Ujasta, joille kuuluu myös kiitos työn ohjaamisesta sekä positiivisesta kannustamisesta työn tavoitteen saavuttamiseksi. Kiitän myös Timo Seimelää liikennepuolen asiantuntemuksesta työn ohjauspalavereissa. On ollut ilo työskennellä omaan harrastukseen liittyvän aiheen parissa inspiroivien ihmisten ympäröimänä. Tietomallin määrittelyn ja tietokannan ensimmäisen version osalta iso kiitos kuuluu myös Marko Kaupille, jonka osaaminen on varmasti tärkeässä roolissa myös tietomallin kehitystyön edetessä. Työn valvojana toimimisesta ja rakentavista kommentteista etenkin työn viimeistelyvaiheessa haluaisin kiittää professori Kirsi Virrantausta.

Iso kiitos kuuluu myös työn haastatteluihin osallistuneille henkilöille, joiden asiantuntemus ja näkemykset auttoivat suuresti työn tavoitteiden määrittelyä.

Luonnollisesti lämpimimmät kiitokset kuuluvat perheelleni, jonka tuki on ollut korvaamattoman tärkeä työn aikana. Erityiskiitos vaimolleni Lindalle tuesta ja etenkin ymmärryksestä tilanteissa, joissa diplomityön vastapainoiksi tarvittiin henkilökohtaista laatu-aikaa pyöräilyn muodossa.

Espoossa 12.5.2016

Arto Majoinen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Sisällysluettelo

Termit ja lyhenteet

1 Johdanto	1
1.1 Työn taustaa	1
1.2 Pyöräilyverkoston ratkaisujen nykytila	1
1.3 Työn tavoitteet	3
1.4 Tutkimusmenetelmät	4
1.5 Työn rakenne	4
1.6 Aiheeseen liittyvät aiemmat tutkimukset ja selvitykset	4
2 Liikenne- ja pyöräilyverkot – teoriatausta	5
2.1 Pyöräilyväylien ja -verkoston määrittely	5
2.2 Liikenneverkkojen mallintaminen - yleistä	6
2.3 Liikenneverkkojen mallintaminen Suomessa	7
2.4 Esimerkkejä pyöräilyverkoston paikkatietoaineistoista ja palveluista	8
2.4.1 Pyöräilyverkkojen esimerkit	8
2.4.2 Pyöräilyverkoston ominaisuustiedot esimerkeissä	10
2.4.3 Pyöräilyverkostotiedon hyödyntäminen – tiedon jatkojalostaja	11
2.4.4 Pyöräilyverkoston tietojen hyödyntäminen sovelluksissa	11
2.4.5 Esimerkit - yhteenveto	14
3 Paikkatiedon mallintaminen ja elinkaarisäännöt	16
3.1 Paikkatiedon mallintaminen	16
3.2 Paikkatietokohteiden elinkaarisäännöt osana mallintamista	17
4 Asiantuntijahaastattelut	19
4.1 Haastattelujen tausta ja tavoitteet	19
4.2 Haastattelun muoto, teemat ja kysymyksenasettelu	19
4.3 Haastattelujen kohderyhmä	20
4.4 Haastattelujen litterointi ja tulosten analysointi	21
4.5 Haastattelujen tulokset	21
4.5.1 Teema 1: Taustatiedot	21
4.5.2 Teema 2 - Nykyiset ratkaisut	22
4.5.3 Teema 3 - Tulevat ratkaisut	25
4.5.4 Teema 4 – Innovatiiviset ratkaisut	27
4.6 Haastattelujen yhteenveto	28

5 Tietomallin toteuttaminen ja tietokannan ylläpito	31
5.1 Käsitemallin vaiheet ja käsitteiden luokittelu.....	31
5.2 Kartoitetut vaihtoehdot aineistolähteiksi	33
5.2.2 Aineistojen vertailu ja tietolähteiden valinta	34
5.3 Pyöräilyverkoston käsitelmä.....	36
5.4 Verkoston muodostamisen testaus	37
5.5 Tietokannan kuvaus ja tietokohteiden ominaisuustiedot	37
5.6 Tiedon muokkaaminen ja tallentaminen	39
5.6.1 Tampereen kunnallisen aineiston kuvaus.....	40
5.6.2 Tiedon muokkaamisen ja tallentamisen ohjeistus.....	41
5.6.2.1 Pääsäännöt	42
5.6.2.2 Suojateiden digitointi.....	43
5.6.2.3 Muut säännöt.....	43
5.7 Tietokannan ylläpito ja elinkaarisäännöt	45
5.7.1 Ylläpidon toimintamalli	45
5.7.2 Elinkaarisäännöt ja niiden vaikutus tietokohteisiin ylläpidossa	45
5.8 Tietokannan testaus.....	47
5.9 Tietomalliin seuraavissa vaiheissa täydennettävät ominaisuustiedot	47
6 Yhteenveto ja johtopäätökset	50
Lähteet	53
Liitteet	

Liite 1. Esimerkkiaineistojen ominaisuustietojen vertailu

Liite 2. Haastattelukysymykset

Liite 3. Esimerkki haastattelujen litteroinnista

Liite 4. Käsitemallin vaihe 1

Liite 5. Käsitemallin – vaihe 2

Liite 6. Tietokannan käsitelmä

Liite 7. Ominaisuustietojen kuvaukset

Liite 8. Tietokannan tietotyyppien kuvaus

Liite 9. Digitoinnin ohjeistuksen esimerkit

Liite 10. Elinkaarisääntöjen muutostapahtumien graafinen esitys

Liite 11. Esimerkkejä elinkaarisääntöjen muutostapahtumien vaikutuksesta tietokohteisiin.

Liite 12. Elinkaarisääntöjen muutostapahtumien vaikutus tietokohteisiin

Termit ja lyhenteet

Arvojoukko, enumeraatio	Arvoalue, joka muodostuu nimettyjen arvojen kiinteästä luettelosta (Sanastokeskus TSK ry 2014)
Geometria	Paikkatietokohteen muotoa kuvaava tieto (Sanastokeskus TSK ry 2014)
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
JHS	Julkisen hallinnon suositus
Kvalitatiivinen	Laadullinen
Käsitemalli	Tietomalli, joka määrittelee tarkastelun kohteena olevat kohdemaailman käsitteet ja niiden väliset suhteet
Linkki	Kahden solmupisteen välinen suunnattu topologinen yhteys, joka muodostuu särmästä ja sen suunnasta (Sanastokeskus TSK ry 2014)
Novapoint IRIS, IRIS	Tampereen kaupungilla käytössä oleva infraomaisuuden hallintajärjestelmä
OSM	OpenStreetMap, ilmainen ja editoitava maailmanlaajuinen karttapalvelu
Paikkatietoaineisto	Paikkatiedoista koostuva tietoaaineisto (Sanastokeskus TSK ry 2014)
Paikkatietokohde	Abstrakti kuvaus todellisesta asiasta tai ilmiöstä, joka liittyy tiettyyn paikkaan tai maantieteelliseen alueeseen (Sanastokeskus TSK ry 2014)
Solmupiste, noodi	Linkin topologinen päätepiste (Sanastokeskus TSK ry 2014)
Tietomalli	Malli, joka kuvaa tietoja ja tietojen välisiä suhteita (Sanastokeskus TSK ry 2014)
Topologia	Tieto, joka kuvaa paikkatietokohteiden tai niiden osien välisiä sijaintisuhteita, jotka säilyvät muuttumattomina jatkuvissa muunnoksissa (Sanastokeskus TSK ry 2014)
Verkko	Yhtenäinen yksiulotteinen topologinen kompleksi, joka koostuu solmupisteistä ja niitä yhdistävistä särmistä, jotka eivät leikkaa toisiaan muualla kuin solmupisteissä (Sanastokeskus TSK ry 2014)
UML	Unified Modeling Language, mallinnuskieli

1 Johdanto

1.1 Työn taustaa

Polkupyöräilyn edistäminen on tunnistettu sekä kansallisesti että kansainvälisesti merkittäväksi osa-alueeksi kaupunkiympäristöjen kehittämisessä. Etenkin suurkaupungeissa yksityisautoilua on pyritty määrätietoisesti vähentämään kaupunkikeskustojen alueella kehittämällä joukkoliikennettä sekä pyöräteiden ja kävelykatujen infrastruktuuria. Tampereen kaupunkiseudulla pyöräilyn seudullisen edistämisen tavoitteena on lisätä kävelyn ja pyöräilyn yhteinen kulkutapaosuus 50-60 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä (Tampereen kaupunkiseutu 2012). Pyöräilyyn kannustavan informaation jakaminen kuntien ja kaupunkiseutujen toimesta esimerkiksi nettipohjaisia reittioppaita kehittämällä on nimetty kärkitoimena pyöräilyyn kannustamisessa kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallisessa toimenpidesuunnitelmassa (Liikennevirasto 2012). Tämän mahdollistavien pyöräilyverkoston tietomallien katsotaan muun muassa tehostavan kunnossapitoa sekä edistävän pyöräilyä tukevien sovellusten kehitystä (Liikennevirasto 2015).

Tämän työn aloittamishetkellä Tampereen seudun pyöräverkostoa koskevaa paikkatietoaineistoa ei ollut ylläpidossa ja reitittävät aineistot koottiin projektikohtaisesti yhdistämällä eri lähteistä saatavia aineistoja. Tampereen kaupungin omista lähteistä saatavat aineistot eivät muodosta eheää verkostoa ja eivät tästä syystä vastaa esimerkiksi reititystarpeita. Kansallisista aineistoista kansallisen tie- ja katutietojärjestelmä Digiroadin väyläverkosto ei vastaa pyöräteiden osalta pyöräilyverkoston reitityksen kattavuus- ja vaatimustasoa. Nämä tekijät määrittävät tarpeen seudullisen pyöräilyverkoston tietomallin laatimiselle.

Diplomityön tavoitteena on määritellä ja suunnitella paikkatietomalli, jonka avulla voidaan tallentaa ja ylläpitää Tampereen ja sen ympäryskuntien alueen pyöräilyverkoston väylätietoja. Pyöräilyverkosto muodostuu pyöräteistä sekä kaduista ja teistä, joilla pyöräily on sallittu. Myös jalkakäytävät huomioidaan tietomallissa myöhempien kävelyn ja pyöräilyn reititystarkastelujen varalle. Keskeisenä tavoitteena on määrittää tietomallissa hyödynnettävät tietolähteet ja tiedonkeruutavat sekä pyöräilyverkoston osia kuvaavat olennaiset ominaisuustiedot. Tietomallissa pyritään huomioimaan myös mahdollisuus suunnitelmatietojen rakennusvaiheen geometrioiden (SURAVAGE-geometria) tallentamiseen. Työssä määritellään myös tietomallin ylläpitoprosessi sekä paikkatietokohteiden elinkaarisäännöt. Työn osana muodostetaan suositus, jossa määritellään tietomallin täydentäminen ominaisuustietojen osalta toimeksiantajan valitseman aikataulun mukaan.

Tämä diplomityö on toteutettu toimeksiantona Tampereen kaupungille. Työ ja sen suosituksen mukaisesti tuotettu tietomalli ja sen kautta hyödynnettävä pyöräilyverkoston paikkatietoaineisto palvelee valmistuessaan sekä kaupunkisuunnittelua että pyöräilyn edistämistä Tampereen ja sen ympäryskuntien alueella. Työn toteutuksessa on pyritty huomioimaan aiheeseen liittyvät kansalliset suositukset liikenneverkkojen mallintamisessa. Varsinaisen tietomallin laatimisessa on otettu huomioon myös kansainvälisesti toteutetut ratkaisut sovelletusti.

1.2 Pyöräilyverkoston ratkaisujen nykytila

Tämän työn selvityksen perustella työn tavoitteita ja vaatimuksia vastaavia pyöräilyverkoston tietomallien kuvauksia ei löytynyt. Tästä syystä työssä kartoitettiin eri kaupungeissa koostettuja pyöräilyverkostojen paikkatietoaineistoja sekä aineistoja hyödyntäviä palveluita, kuten reititysoppaita.

Pyöräilyn ja kävelyn reittioppaita on toteutettu internet-karttapalveluina muun muassa Helsingin, Tampereen, Jyväskylän ja Oulun kaupungeissa. Nämä reittioppaat mahdollistavat pyöräilyreitin hakemisen ja tarkastelun opaskarttapohjalla sekä reitin korkeusprofiilin tarkastelun. Näitä sekä kansainvälisesti toteutettuja ratkaisuja tarkastellaan tarkemmin työn teoriaosiossa. Avoimista aineistoista kattavin pyörätiet sisältävä liikenneväylien verkostoaineisto on saatavilla Helsingin kaupungilla. Alun perin Vantaan kaupungilla toteutettuun malliin perustuen Helsingin liikenneväylät- aineistossa on kuvattu kantakartan kartoitustarkkuudella liikenneväylät (mukaan lukien pyörätiet, jalkakäytävät ja merkittävimmät puistotiet- ja polut sekä suojatiet) Helsingin alueella verkostona, joka mahdollistaa myös reititystarkastelut. Useilla muilla kaupungeilla pyöräteiden tarkastelu on mahdollista karttapalvelun avulla.

Esimerkkien valossa voidaan todeta, että useissa tämän työn toteutuksen aikana tarkastelluissa ratkaisuissa ei ole huomioitu mahdollisuutta yksityiskohtaisempaan reititykseen. Etenkin kaupunkien keskustojen alueella olisi huomioitava mahdollisuus siirtymiseen polkupyörää taluttamalla jalkakäytävää pitkin sekä ajamalla puistokäytävillä niiltä osin, missä pyöräily on sallittua. Kansallisen ohjeistuksen mukaan pyöräilyverkostossa tulisi huomioida pyöräily ajoradalla, mikä käsittää kadut ja muut tiestön osat, joilla pyöräily on sallittua (Liikennevirasto 2015).

Tässä työssä pyöräilyverkostojen tietomallien nykytilan ja niihin liittyvien käytötapausten ja -tarpeiden selvittämiseksi toteutettiin 15 asiantuntijahaastattelua. Haastattelujen kohderyhmä valikoitiin toimeksiantajan suositusten perusteella ja haastateltavat henkilöt ovat joko paikallisella, seudullisella tai kansallisella tasolla työnsä kautta tekemisissä liikenneverkkojen ja niihin liittyvien paikkatietoaineistojen kanssa. Haastattelujen avulla pyrittiin etenkin selvittämään, millaisia ratkaisuja on toteutettu ja mihin tarpeisiin tulevien ratkaisujen tulisi vastata. Haastattelujen perusteella tietomalliin liittyvät tarpeet rajattiin kahteen ryhmään: tiedon jatkojalostajan ja tiedon loppukäyttäjän tarpeet. Tiedon jatkojalostajia ovat tässä tapauksessa henkilöt, jotka työssään mahdollisesti hyödyntäisivät pyöräilyverkoston aineistoa esimerkiksi kaupunkisuunnitteluun ja kaavoitukseen liittyvissä analyyseissä. Tiedon loppukäyttäjät ovat taas kansalaiset, jotka hyödyntäisivät aineistoa välillisesti esimerkiksi reititysovelluksen kautta.

Kansallisella tasolla voidaan yhteenvetona todeta, että tämän hetkiset ratkaisut eivät vastaa sellaisenaan jatkojalostajien tai loppukäyttäjien tarpeita pyöräilyverkoston osalta. Tietomalleina mainittiin toistuvasti Digiroad ja OpenStreetMap (jatkossa OSM). Digiroadissa pyöräilyyn soveltuvat kevyen liikenteen väylistä on mallinnettu selvästi ajoradasta erillään olevat väylät (Digiroad 2014). Digiroadia on hyödynnetty karkeammalla tasolla reititys- ja saavutettavuusanalyyseihin kaupunkisuunnittelussa mutta Järnefeltin (2015) mukaan aineisto ei vastaa väylätiedoiltaan pyöräilyn reitittämisen vaatimustasoa. Kuten Pesu (2015) toteaa, Digiroad on tällä hetkellä puutteellinen pyöräilyverkoston osalta ja pyöräteiden sisällyttämistä tietomalliin selvitetään parhaillaan. Sarkolan (2015) mukaan OSM on tämän hetkisistä tie-

tolähteistä varteenotettavin, joskin joukkoistamalla kerätyn tiedon hyödyntämiseen viranomaistasolla liittyy useita haasteita. Tiedon kattavuus ja validointi mainittiin toistuvasti haasteina OSM:n pyöräilyverkoston tietojen hyödyntämisessä (Sarkola 2015, Järnefelt 2015). Linnan (2015) arvion mukaan Helsingin kaupungin alueen liikenneväyliä kuvaava avoin Helsingin kaupungin liikenneväylät-aineisto on tarkkuudeltaan ja kattavuudeltaan laadukkaita, mutta ei vastaa ominaisuustietojen kattavuudessa esimerkiksi Digiroadin laajuutta. Tämän hetkisiä tietomalleja arvioitaessa todettiin, että pyöräilyverkkojen osalta asiantuntijat joutuvat usein yhdistämään ja muokkaamaan aineistoja vastaamaan projektikohtaisia käyttötarpeita (Laitinen 2015).

1.3 Työn tavoitteet

Tämän diplomityön keskeisenä tavoitteena on määritellä ohjeistus Tampereen seudun pyöräilyverkoston tietomallin laatimiselle. Tampereen seutu käsittää kaupungit Tampere, Nokia, Ylöjärvi ja Orivesi sekä kunnat Pirkkala, Kangasala, Lempäälä ja Vesilahti. Keskeisenä tavoitteena on selvittää, mitä seikkoja pyöräilyverkon paikkatietomallin laatimisessa tulisi huomioida ja mitkä ovat tietomallin keskeisimmät hyödyntämiskohteet. Työn lopputuloksena on laadittu suositus tietomallin täydentämisestä ominaisuustietojen osalta tulevaisuudessa. Ohjeistuksessa määritellään tiedonkeruumenetelmät, verkoston laatimisen vaiheet, tietomallissa huomioitavat ominaisuustiedot sekä tietomallin ylläpitoprosessi ja elinkaarisäännöt.

Työn keskeiset tavoitteet voidaan esittää seuraavina tutkimuskysymyksinä:

- Mikä on pyöräilyverkostoja kuvaavien tietomallien ja -aineistojen nykytila Suomessa ja kansainvälisesti?
- Mitkä ovat pyöräilyverkostoaineiston keskeisimmät käyttökohteet?
- Mitä tietolähteitä pyöräilyverkoston tietomallissa kannattaa hyödyntää?
- Mitä pyöräilyverkoston osia kuvaavia tietokohteita tietokantaan tallennetaan?
- Mitä ominaisuustietoja tietomallissa tulisi huomioida?
- Miten tietomallin ylläpitoprosessi toteutetaan ja mitkä ovat keskeisimmät huomioitavat elinkaarisäännöt, jotka tietomallin toteuttamisessa huomioidaan?

Työ toteutettiin neljässä eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tutustuttiin aiheeseen liittyvään teoriaan sekä suunniteltiin ja toteutettiin asiantuntijahaastattelut. Haastattelun tulosten perusteella määriteltiin tietomallissa hyödynnettävät tietolähteet sekä toteutettiin käsitteanalyysi tietomallin käsittemallin laatimisen tueksi. Työn toisessa vaiheessa määriteltiin tietomallin paikkatietokohteiden elinkaarisäännöt sekä työn eri toteutusvaiheissa huomioitavat ominaisuustiedot. Tässä vaiheessa pyöräilyverkoston paikkatietoaineisto muodostettiin koeläydeltä ja verkostoa testattiin muun muassa reititys algoritmien avulla. Työn kolmannessa vaiheessa verkoston muodostaminen ja tietojen tallentaminen tietokantaan digitoimalla aloitettiin Tampereen kaupungin alueelta ja tietokannan ylläpitoprosessia testattiin sekä elinkaarisäännöt tarkastettiin. Työn neljännessä vaiheessa viimeisteltiin ohjeistus työn jatkamiseksi seudullisella tasolla sekä raportoitiin diplomityö kokonaisuudessaan.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Tämän työn teoriatausta tiedonhankinta toteutettiin kirjallisuus- ja haastattelututkimuksen kautta. Kirjallisuuskatsauksen avulla kerättiin tietoa aiheen laajemman viitekehyksen luomiseen sekä teorian kartoittamiseen liittyen paikkatiedon ja liikenneverkkojen mallintamiseen, paikkatiedon elinkaarisääntöihin sekä vastaaviin jo toteutettuihin ratkaisuihin. Erilaisiin pyöräilyverkoston paikkatietoaineistoihin ja niiden hyödyntämistapauksiin tutustuttiin pääasiassa internet-lähteiden avulla. Haastattelututkimuksen avulla pyrittiin selvittämään paikallisella, seudullisella ja kansallisella tasolla, miten tämän hetkiset ratkaisut vastaavat erilaisia tarpeita ja mitä seikkoja pyöräilyverkoston tietomallin määrittelyssä tulisi ottaa huomioon. Haastattelututkimuksen tulosten ja muun teoriataustan avulla muodostetaan käsite-malli, jonka perusteella tietomallin toteutustapa määritellään vaiheittaisena suosituksena. Käsitelmallin laatimisessa hyödynnetään sovelletusti tietomallintamisen sekä tietokanta-suunnittelun menetelmiä sovelletusti.

1.5 Työn rakenne

Työn johdannon jälkeen luvuissa kaksi ja kolme esitellään laajemmin aiheeseen liittyvää teoriaa, aiempia tutkimuksia ja selvityksiä sekä esimerkkejä pyöräilyverkoston tietomallien hyödyntämisestä tutkimuksessa ja sovelluksissa. Teoreettisen viitekehyksen käsittelyn jälkeen luvussa neljä esitellään haastattelututkimuksen viitekehys sekä haastattelun keskeisimmät tulokset haastattelujen pääteemojen mukaan. Luvussa viisi esitellään teorian ja haastattelun tulosten perusteella tehdyt rajaukset ja valinnat pyöräilyverkoston tietomallin koostamisesta sekä käsitellään tietomallin laatimisen periaatteita. Tässä luvussa esitellään myös työn tuloksena laaditun tietokannan rakenne sekä sen ylläpitoon liittyvät tulevat vaiheet sekä elinkaarisäännöt. Viimeisessä luvussa esitellään työn keskeisimmät johtopäätökset ja yhteenveto.

1.6 Aiheeseen liittyvät aiemmat tutkimukset ja selvitykset

Pyöräilyverkoston paikkatietoaineistoja ja tietomalleja on koostettu lukuisia, mutta aiheeseen liittyviä dokumentointeja ja aiempia tutkimuksia vastaavista toteutuksista löytyi tämän työn selvityksen laajuudessa vain muutamia. Pyöräilyyn liittyviä liikenneanalyyskejä käsittelevissä tutkimuksissa pyöräilyverkostoa koskevan aineisto on muodostettu usein tutkimuskohtaisesti (Aultman-Hall et al. 1997, Rybarczyk & Wu 2010) tai hyödynnetty valmista aineistoa. Liikenneverkkojen mallintamisen liittyvää tutkimusta käsitellään tarkemmin alaluvussa 2.1. Varsinaisia esimerkkejä pyöräilyverkostojen tietomalleista ja niiden hyödyntämisestä verkostanalyysseissä ja sovelluksissa esitellään alaluvussa 2.4.

Tämän työn toteutushetkellä pyöräteiden sisällyttämistä Digiroadiin selvitettiin Liikenneviraston toimesta. OSM:n ja Digiroadin teknistä ja hallinnollista yhteensovittamista pyöräteiden osalta on selvitetty ja yhteensovittamisesta toteutetaan mahdollinen pilottihanke lähitulevaisuudessa (Liikennevirasto 2016). Kansallisten tietomallien osalta Pyöräilyliikkeen tiedot ja laatu- ja palveluselvityksessä (Liikennevirasto 2015) on laadittu suositus pyöräilyverkoston valtakunnallisen tietomallin laatimiselle. Diplomityötä kirjoittaessa ei tullut tietoon esimerkkejä, jossa suositusta olisi hyödynnetty yksittäisissä kunnissa.

2 Liikenne- ja pyöräilyverkot – teoriatausta

Tässä luvussa perehdytään pyöräilyverkon määritelmään sekä tarkastellaan laajemmin liikenneverkkojen mallintamista ja käsittelyä paikkatietoina. Luvussa tutustutaan erilaisiin pyöräilyverkkoaineistoihin sekä -ratkaisuihin internet-lähteiden avulla sekä kartoitetaan aineistoissa esiintyviä pyöräilyverkon osia kuvaavia ominaisuustietoja.

2.1 Pyöräilyväylien ja -verkon määritelmä

Polkupyörällä liikutaan pääsääntöisesti liikenneverkon osista pyöräteillä. Jos pyörätietä ei ole ajosuunnassa, voidaan pyörällä liikkua ajoradan oikeassa reunassa tai ajoradasta erotetulla pyöräkaistalla (Polkupyöräwiki 2016). Pyöräily on kulkumuotona autoilua joustavampi ja polkupyörällä on mahdollista toteuttaa siirtymiä eri väylätyyppien välillä esimerkiksi pyörätieltä ajoradalle. Liikenneviraston laatiman ohjeistuksen (2014b) mukaan pyöräilyverkko määritellään seuraavasti:

”Pyöräilyverkon runkona toimivat laadukkaat pyörätiet sekä vähäisemmällä autoliikenteen liikennemäärillä ja nopeustasolla tie- ja katuverkko, ns. sekaliikenneväylät. Pyöräilyverkon reittejä täydentävät pyöräilyyn soveltuvat puistokäytävät ja ulkoilutiet sekä vain pyöräilylle tarkoitetut tiet ja pyöräkaistat.”

Pyöräilyverkko luokitellaan kansallisen ohjeistuksen mukaan kolmeen eri hierarkiatasoon, pää-, alue- ja paikallisverkoksi, jotka määrittelevät verkon eri reittien luokittelun pää-, alue- ja paikallisreiteiksi. Tampereen kaupungilla käytössä on myös luokka ”seudullinen laatuikäytävä” (kuva 1). Liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden takaamiseksi pyöräily voidaan erottaa autoilusta ja jalankulusta, jolloin pyöräilyyn käytettävät väylät luokitellaan tyypiltään väylätyyppeihin sekaliikenneväylä, yksi- tai kaksisuuntainen pyörätie, pyöräkaista sekä yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä (Liikennevirasto 2014b). Pyöräilyverkossa pyörätien jatke osoittaa ajoradan ylityskohdan pyörätieltä tulevalle pyöräilijälle ja suojatie ajoradan, pyörätien tai raitiotien ylityskohdan jalankulkijalle (ibid). Pyörätien jatke ja suojatie erotellaan toisistaan erilaisten tiemerkinäköjen avulla.



Kuva 1 Tampereen seudun pyöräteiden hierarkialuokitus (Tampereen kaupunki 2016)

Pyöräilyverkoston osia kuvataan verkoston tietomalleissa väyliä kuvaavien ominaisuustietojen avulla. Väyliin sidottuja ominaisuustietoja ovat esimerkiksi edellisessä alaluvussa mainitut väylätyyppi ja väylän toiminnallinen luokka. Myös väylän geometriatietoja käsitellään ominaisuustietoina. Jokainen väylälinkki yksilöidään yksilöivän tunnuksen avulla. Paikkatietokohteiden elinkaarisäännöt määrittelevät sen, aiheuttaako väylän ominaisuustietojen muutos uuden yksilöivän tunnuksen tai uuden versiotunnuksen luomisen. Ominaisuustiedot ja niiden luokittelu kuvataan usein aineiston metatietojen yhteydessä. Pyöräväylien tiedon ja laatu- ja selvityksen (Liikennevirasto 2015) mukaan olisi suositeltavaa, että pyöräilyverkoston tietomallissa huomioitaisiin aluksi välttämättömät ominaisuustiedot ja tietomallia täydennettäisiin myöhemmissä vaiheissa mahdollisuuksien mukaan. Tietojen täydentäminen vaiheittain tulisi huomioida selvityksen mukaan jo tietomallia laatiessa. Pyöräilyverkoston tietomallien ominaisuustietoja on tarkasteltu tarkemmin alaluvussa 2.5.2. esimerkkiaineistojen avulla.

Jos pyöräilyverkostoa tarkastellaan paikkatietoaineistona, on paikkatiedon laatua arvioi-
dessa syytä kiinnittää paikkatiedon laatutekijöistä huomiota tiedon täydellisyyteen, loogi-
seen eheyteen sekä yllä käsiteltyjen väylätyyppien luokittelujen osalta temaattiseen tarkkuu-
teen. Paikkatiedon laadun osatekijöiden tarkastelussa voidaan hyödyntää JHS 160-suosituk-
sen mukaista arviointia. Tiedon loogisen eheyden tekijöistä verkoston topologinen eheys on
laatutekijöistä merkittävin. Tiedon täydellisyyden osalta puuttuvat tiedot määrittävät verkos-
ton ja sen osia kuvaavien ominaisuustietojen täydellisyyden. Verkoston temaattiseen tark-
kuuteen vaikuttavat taas luokittelujen oikeellisuus (JHS 160). Pyöräilyverkoston osalta esi-
merkiksi väylätyyppien vaihtelevat luokitukset sekä suojateiden ja pyörätien jatkeiden luo-
kittelun oikeellisuus voivat vaikuttaa aineiston laatuun. Nämä laatutekijät pyritään ottamaan
huomioon tämän työn toteutuksessa mutta työn laajuudesta johtuen varsinaista laadun arvi-
ointia ei toteuteta erikseen.

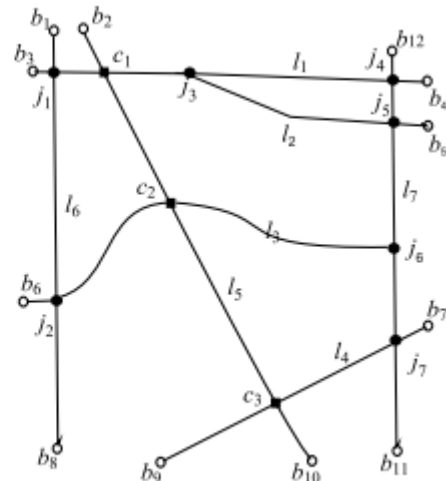
2.2 Liikenneverkkojen mallintaminen - yleistä

Erilaisia ympäristössä esiintyviä verkostoja, kuten liikenneverkkoja mallinnetaan usein
paikkatietomalleissa linkkeinä ja niitä yhdistävinä noodeina kaksikulotteisella pinnalla
(Goodchild 1992). Liikenneverkkojen tietomalli mahdollistaa liikenneverkoston infrastruk-
tuurin yksityiskohtaisen, todellisuutta vastaavan kuvaamisen digitaalisesti (Speicys & Jen-
sen 2008). Liikenneverkkoja kuvataan paikkatietojärjestelmissä spatiaalisina verkostoina,
jotka kuvaavat todellisuudessa esiintyviä liikenneväyliä ja niiden risteyskohtia. Tavallisesti
tien osaa kuvaava geometria (linkki) käsittää liittymänvälin mittaisen tieosuuden, jonka piir-
teet kuvataan linkin ominaisuustietojen avulla.

Verkostojen tietomallit rakennetaan yleisesti kahden perusyksikön, linkin ja noodin avulla,
jotka vastaavat graafiteoriassa suunnatun graafin kaaria ja solmuja (Kanjilal & Schneider
2010). Noodit kuvaavat kohtia, kuten risteyskohtia, joissa tietokohteiden ominaisuudet muuttu-
vat ja linkit kuvaavat noodien välisiä osia, joita pitkin verkostossa liikkuminen on mahdol-
lista (Speicys & Jensen 2008). Graafimallien avulla voidaan kuvata verkoston rakenne ja
yhdistyneisyys (connectivity), mikä mahdollistaa tietomallin hyödyntämisen verkostoana-
lyysien, kuten kahden pisteen välisen lyhimmän reitin laskentaan graafin lyhimmän polun
etäisyyden laskennalla. Spatiaalisen verkoston analyysit nojautuvat etäisyyden laskentaan
graafiteoriassa, mikä asettaa vaatimuksen verkoston yhdistyneisyystiedon tallentamiselle
(Mamoulis 2011). Kuvassa 2 on esitetty esimerkki tieverkoston mallintamisesta.



(a)



(b)

Kuva 2 Tieverkoston mallintaminen (Kanjilal & Schneider 2010)

Digitaalisen verkoston tulisi olla mahdollisimman hyvä topologinen kuvaus reaali maailman verkostosta (Heywood et al. 2011). Paikkatietokohteiden väliset topologiset suhteet ovat kohteiden tai niiden osien laadullisia ominaisuuksia, jotka pysyvät muuttumattomina jatkuvissa muutoksissa (Longley et al. 2011). Verkostoa kuvaavassa tietomallissa linkit ja solmut muodostavat topologisesti eheän verkon, kun tielinkit kohtaavat yhteisessä tiesolmupisteessä risteyskohdissa. Topologinen tietorakenne määrittää tiedon tallennustavan, jonka avulla kohteiden välinen spatiaalinen yhdistyneisyys (connectivity) ja vierekkäisyys (adjacency) tallennetaan (Theobald 2001). Topologisesti eheän verkoston avulla voidaan esimerkiksi toteuttaa reititys algoritmeja hyödyntämällä erilaisia reititys- ja verkostanalyyssejä. Verkostotiedon käsittelyn yhteydessä verkoston topologinen eheys voidaan varmistaa erilaisia paikkatieto-ohjelmistojen työkaluja hyödyntämällä. Tässä työssä verkoston muodostaminen toteutetaan lähdeaineistojen avulla digitoimalla siten, että tiedon tallentamisessa ja muokkaamisessa huomioidaan muodostetun verkoston eheys. Tietomallin ensimmäisessä toteutusvaiheessa verkoston topologinen eheys pyritään huomioimaan tietojen tallennus- ja muokkaamisvaiheessa mutta tiedon tallennustavasta johtuen topologiatietoa ei tallenneta erikseen.

2.3 Liikenneverkkojen mallintaminen Suomessa

Suomessa tie- ja katuverkon geometrian kansalliset mallinnussäännöt on kuvattu JHS188-suosituksen (Kansallisen tie- ja katuverkostoaineiston ylläpito- ja ylläpitotietojen dokumentointi) liitteessä 1 (JHS 188 2014). Suositus noudattaa kansainvälistä INSPIRE-direktiiviä ja sen määrittämiä velvoitteita ja standardeja. Kansallisen suosituksen määritelmän mukaisesti tielinkki kuvaa kahden tiesolmupisteen välistä tieverkoston geometriaa, joka voi olla esimerkiksi pyörätien tai kadun osa. Tiesolmupiste kuvaa kahden tai useamman tielinkin risteyskohtaa tai tielinkin päätepistettä. Jokaiselle tielinkille voidaan tallentaa tietä kuvaavia ominaisuustietoja ja tärkein ominaisuustieto on tielinkin yksilöivä tunnus.

Suomessa tie- ja katuverkon tarkat sijainnit ja väylien olennaisimmat ominaisuustiedot on tallennettu kansalliseen tietojärjestelmään Digiroadiin. Digiroad sisältää kansallisen tieverkoston keskilinjageometrian, liikenteeseen liittyvät ominaisuustiedot sekä muita kohteita ku-

ten liikenteeseen liittyviä palveluita (Digiroad 2014). Tielinkit ja noodit muodostavat Digiroad-tietomallissa topologisesti eheän verkoston, joka mahdollistaa muun muassa aineiston jatkohyödyntämisen erilaisissa suunnittelu- ja analyysiprosesseissa sekä uusien sovellusten kehittämisessä (Digiroad 2016). Pyöräteiden osalta kevyen liikenteen väylistä on mukana vain tieverkosta erillään olevat kevyen liikenteen väylät. Jos kevyen liikenteen väylällä ei ole omaa digitoitua geometriaa, on se mallinnettu kansallisessa tietojärjestelmässä tielinkin ominaisuustietona (JHS 188 2014). Kansallisessa tietojärjestelmässä itsenäisinä geometrioina olevia kevyen liikenteen väylille ei ole määritelty erikseen katujen ja teiden toiminnallisen luokittelun kaltaista tarkempaa luokittelua.

Digiroadissa katu- ja tieverkon mahdollisimman tarkka ajantasaisuus pyritään varmistamaan myös huomioimalla tulevat rakennettavat liikenneväylät. SURAVAGE-geometriaksi huomioitava geometria on Liikenneviraston määritelmän mukaan ” sellaisten suunnitelmien geometriaa, jotka on tarkoitus toteuttaa seuraavan vuoden - kahden sisällä geometrian toimittamisesta sillä varmuudella, kun se voidaan päätöksenteko-prosessissa varmistaa” (Liikennevirasto 2014a). Lähtöaineistoina prosessissa käytetään kuntien katusuunnitelmia, joista on tehty investointipäätös. SURAVAGE-geometriat pyritään huomioimaan myös tämän työn toteutuksessa.

2.4 Esimerkkejä pyöräilyverkoston paikkatietoaineistoista ja palveluista

Koska pyöräilyverkoston tietomallien kuvauksia ei ollut juurikaan saatavilla, perehdyttiin tässä työssä internet-lähteiden perusteella erilaisiin pyöräilyverkostoa kuvaaviin aineistoihin ja niitä hyödyntäviin palveluihin tai sovelluksiin. Tämän kartoituksen avulla selvitettiin tarkemmin, mistä lähtökohdista aineistoja on koostettu ja mitä ominaisuustietoja väylien osalta aineistoissa on huomioitu. Tietomalleja on toteutettu kansainvälisesti joko eri hallinnollisten yksiköiden tasolla (kunnat ja kaupungit) tai yhdistämällä tietoa laajemman hallinnollisen yksikön (maakunta, osavaltio jne.) tasolla. Tämän työn yhteydessä haetut tietolähteet rajautuvat suomen ja englannin kielisiin sivustoihin.

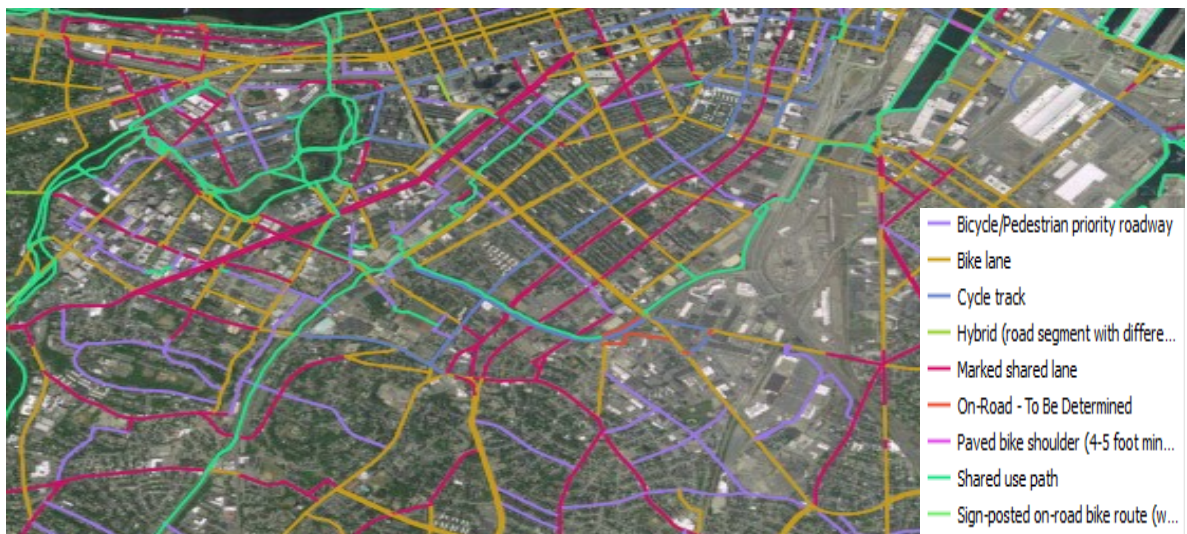
Ensimmäisessä aluvuossa perehdytään pyöräilyverkoston paikkatietoaineistoihin, seuraavassa aluvuossa aineistojen hyödyntämiseen suunnittelussa ja tutkimuksessa sekä viimeisessä aluvuossa aineistojen hyödyntämiseen eri sovellusten kehittämisessä käyttäjille. Luvun yhteenvedossa on tarkasteltu avoimesti saatavilla olevia verkostoaineistoja paikkatieto-ohjelmistolla (QGIS) ja koottu yhteenveto eri aineistoissa esiintyvistä ominaisuustiedoista joko aineiston metatietojen (jos saatavilla) tai aineiston ominaisuustietotaulukoiden perusteella.

2.4.1 Pyöräilyverkostojen esimerkit

Esimerkkejä erilaisista pyöräilyverkostojen paikkatietoaineistoista löytyi tämän tutkimuksen tiedonhaun yhteydessä useita. Eri kaupunkien, kuntien tai laajempien hallinnollisten alueiden pyöräilyverkkoja kuvaavia aineistoja löytyi tiedonhaun yhteydessä useita mutta useissa tapauksissa varsinaisen tietomallin kuvauksen puuttuminen vaikeutti tarkastelua. Pyöräilyverkostoa koskevan aineiston ominaisuustietoja on kuvattu muun muassa Washingtonin kaupunkia koskevassa aineistossa (DC District Department of Transportation 2015).

Myös Floridan osavaltion pyörätiet on kuvattu aineistossa, joka on avoimesti saatavilla (Florida Department of Transportation 2015). Cambridgen kaupungin pyörätiet ominaisuustietoineen on kuvattu ladattavissa olevassa aineistossa (City of Cambridge 2015).

Kattavimmin dokumentoitu esimerkki pyöräilyverkoston tietomallista on Cycle Network Model, jonka skeema on laadittu eri tahoille pyöräilyverkoston ja sen osiin liittyvien ominaisuustietojen kansallisen tiedonkeruun malliksi (Cycle Network Model 2015). Tämän ohjeistuksen tavoitteena on kerätä pyöräilyverkostotietoa kansallisesti Iso-Britanniassa siten, että sitä voidaan edelleen hyödyntää eri sovellusten ja navigaattoreiden kehittämiseen. Tässä ratkaisussa pyöräilyverkosto on koostettu kolmesta eri verkostoaineistosta: tieverkostosta, kevyen liikenteen verkostosta ja polkuja (path) kuvaavasta aineistosta. Eri aineistojen yhdistämisessä on hyödynnetty liittäviä linkkejä (connecting link) ja liittäviä solmuja (connecting node), joiden avulla pyöräilyyn sopiva ja reitittävä verkosto saadaan muodostettua. Tietomallin dokumentoinnissa on mainittu aineiston eri jatkokäyttömahdollisuuksia, kuten pyöräilyverkoston kehittäminen sekä tiedon hyödyntäminen pyöräilyä edistävien sovellusten kehittämisessä. Myös The Bicycle Facility Inventory (BFI)- projektissa (Massachusetts Department of Transportation 2013) Massachusettsin osavaltioista Yhdysvalloista on esimerkki pyöräilyverkostoa kuvaavasta tietokannasta, joka on laadittu digitoimalla ilmakuvista ja keräämällä ominaisuustiedot eri lähteistä, kuten eri järjestelmistä, hallinnollisilta tahoilta ja asiantuntijoilta. Haasteena tämän ratkaisun kohdalla nimettiin tietojen päivittyminen tietomalliin ja tiedon ajantasaisuus johtuen eri lähteistä eri sykleillä päivittyvästä tiedosta. Projektissa kerättyä aineistoa on havainnollistettu kuvassa 3.



Kuva 3 The Bicycle Facility Inventory (BFI)- projektissa kerätty pyöräverkostoaineisto (Massachusetts Department of Transportation 2013, taustakartta © Google Maps)

Twin Cities Metropolitan Council on kerännyt hankkeessaan vaihteittain pyöräilyverkostoa koskevaa tietoa yhdeksän eri maakunnan alueelta Yhdysvalloissa (Metropolitan Council 2015). Pyöräilyverkosto on digitoitu keskilinja-aineistona ja aineiston keskeisenä hyödyntämisikohteena on mainittu pyöräilyverkoston kehittäminen. Tieto on avoimesti saatavilla ja haasteena eri hallinnollisten tahojen toimittaman tiedon kohdalla mainittiin tiedon ajantasaisuus ja vaihtelevuus eri lähteiden ominaisuustietojen kattavuuden välillä. Myös North Carolina Department of Transportation (NCDOT) on määrittänyt ohjeistuksen pyöräilyn ja jalan kulun osavaltion kattavan tietokannan rakentamiselle ja tiedonkeruulle eri hallinnollisten tahojen välillä. Tässä tietokannassa pyöräilyverkostoa koskevaa tietoa on pyritty keräämään

jo olemassa olevasta ja suunnitellusta verkostosta sekä eri geometrioille on määritelty erikseen eri kohdetyypit ja tarvittavat ominaisuustiedot. Haasteena tämän ohjeistuksen yhteydessä mainittiin eri tiedon tuottamisen eri käytännöt sekä tietojen yhdistettävyyden hallinnollisten alueiden rajoilla geometrioiden erilaisuuden vuoksi. (North Carolina Department of Transportation 2015.)

Esimerkkejä erilaisten pyöräilyverkkojen aineistojen yhdistämisestä ja analyyseistä löytyi tämän tutkimuksen puitteissa muutamia. Criollo Preciadon (2012) opinnäytetyössä OSM-aineistoon yhdistettiin muista lähteistä pyöräilyverkostoa koskevaa tietoa ja tätä verkostoa hyödynnettiin edelleen pyöräilyliikenteen analyyseissä. Tässä tutkimuksessa aineistojen yhdistämisessä olennaisena tekijänä mainittiin verkon eheyden varmistaminen ja verkon osien tarvittavien ominaisuustietojen määrittäminen. Suomessa Digiroadin ja OSM:n pyöräilyväyliä koskevan tiedon yhteiskäyttöä on selvitetty Liikenneviraston toimesta (Liikennevirasto 2016) ja tämän tiimoilta on suunniteltu aloitettavaksi pilottiprojekti.

2.4.2 Pyöräilyverkoston ominaisuustiedot esimerkeissä

Edellisessä aluvuossa mainittujen esimerkkien ja aineistojen kohdalla aineistojen metatiedot olivat vaihtelevasti raportoitu. Monet aineistoista ovat ladattavissa shp-tiedostona, jonka avulla pyöräilyverkon osien ominaisuustietojen tarkastelu on mahdollista. Aineistojen ominaisuustietojen nimeämiskäytännöissä ja ominaisuustietojen kattavuudessa esiintyi jonkin verran vaihtelua riippuen siitä, oliko tietomalliin sisällytetty ainoastaan pyörätiet vai kevyt liikenne kokonaisuutena sekä tietomallin toteutustavasta.

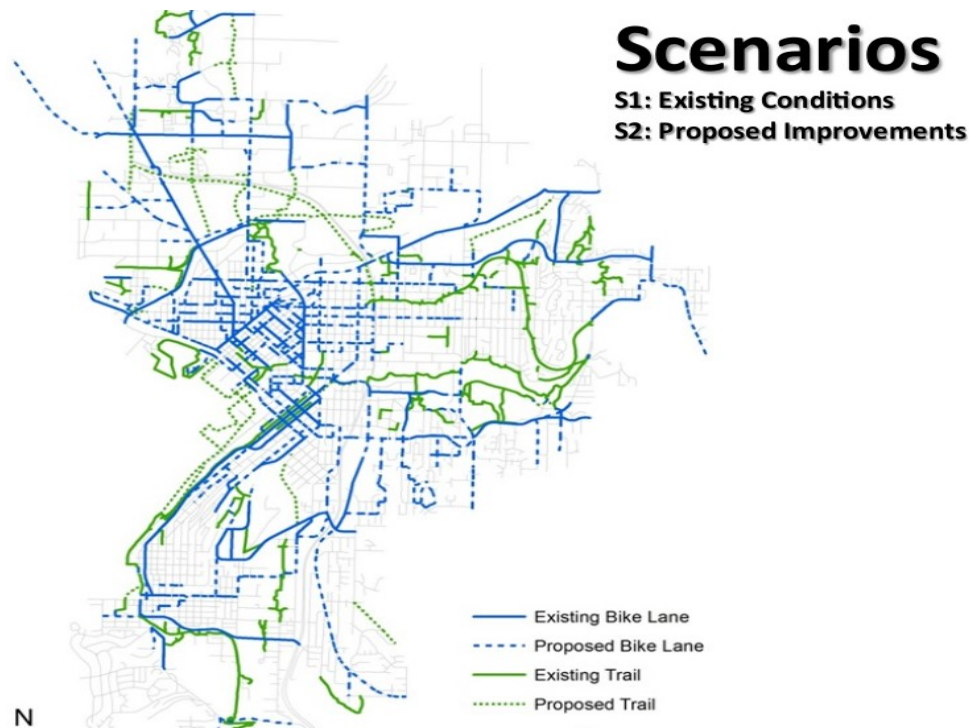
Tässä yhteydessä tarkasteltiin viiden eri aineiston ominaisuustietoja: Massachusetts, Washington, North Carolina, Toronto ja Minnesota. Näiden aineistojen metatiedot olivat melko hyvin dokumentoitu ja ladattavien aineistojen ja niiden ominaisuustietojen tarkastelu oli mahdollista paikkatieto-ohjelmistolla. Aineistojen ominaisuustiedot on listattu liitteessä 1. Taulukkoon kerättiin eri aineistoissa esiintyvät ominaisuustiedot. Epäselvissä tapauksissa (esimerkiksi ominaisuustiedon epäselvä nimeäminen tai käännös) ominaisuustiedon on päätelty kuvaavan väylän tai noodin sellaista ominaisuutta, mikä esiintyy myös muissa aineistoissa.

Verkoston osien ominaisuustiedoissa, niiden kattavuudessa ja luokittelussa esiintyi jonkin verran yhtäläisyyksiä sekä eroavaisuuksia. Etenkin kattavuudessa esiintyi merkittäviä eroja. Kaikissa tarkastelluissa aineistoissa ominaisuustiedoissa oli huomioitu seuraavat tiedot: id/yksilöivä tunnus, väylän nimi, väylätyyppi, suunta/yksisuuntaisuus ja väylän ylläpitävä hallinnollinen taho. Kolmessa aineistossa yhteisinä ominaisuustietoina esiintyivät väylän leveys, väylän pintamateriaali, käytössä oleva-/suunniteltu väylä-luokittelu, väylän rakennusaika ja hallinnollinen taho. Kahdessa aineistossa yhteisenä tietona esiintyi väylän pituus, väylän pinnan laatu/kunto, väylän käytön ajalliset rajoitukset, virallinen/ei-virallinen pyörätie-erottelu, yhdysväylä, väylän rakentava taho, tietolähde, katujen ja teiden ominaisuudet sekä reititettävyydestiedot. Laajimmin ominaisuustietoja oli kerätty Washingtonin ja North Carolinan aineistoihin, joissa esiintyi muun muassa ominaisuustiedot ja luokittelu pistekohteille sekä tarkempia ominaisuustietoja suunnitelluille väylille. Näissä aineistoissa oli kattavasti ominaisuustietoja myös verkostoon kuuluvien katujen ja teiden osalta.

2.4.3 Pyöräilyverkostotiedon hyödyntäminen – tiedon jatkojalostaja

Pyöräilyverkostotietoa on hyödynnetty eri tavoin erilaisissa verkostotietokäytännöissä yhdessä muun pyöräilyyn liittyvän tiedon kanssa. Eri paikkatietojärjestelmiä ja -analyyskejä on hyödynnetty laajasti esimerkiksi verkoston suunnittelussa sekä olemassa olevaan verkostoon pohjautuvissa saavutettavuus- ja sujuvuusanalyysseissä. Myös pyöräilyyn liittyviä liikenneonnettomuuksia ja niiden esiintymistä on analysoitu verkostotiedon avulla.

Pyöräilyverkoston käytettävyyttä on tutkittu eri menetelmien useiden eri kaupunkien kohdalla. Pyöräilyverkoston palvelutasoa on tutkittu esimerkiksi hyödyntämällä pyöräilyverkoston ja pyöräilyyn liittyvää muuta taustatietoa pyöräiteiden verkoston osien soveltuvuutta (mukavuus ja turvallisuus) (Lowry 2014) sekä eri verkoston osien saavutettavuutta ja jatkuvuutta analysoimalla (Lowry & Callister 2012). Tässä tutkimuksessa pyöräilyverkostotietoa hyödynnettiin myös pyöräilymäärien ja -suuntien analysoinnissa sekä pyöräilyonnettomuuksien esiintymisessä verkoston eri osissa. Esimerkki pyöräverkkoaineiston hyödyntämisestä on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4 Pyöräilyverkoston nykytilan ja tarpeellisten väylien analyysi (Lowry 2014)

Pyöräilyverkostoa on hyödynnetty laajasti erilaisissa verkosto- ja saavutettavuusanalyysseissä, eri matkojen vaatimusten (esimerkiksi kulutettu aika, halutut reitit) analyysseissä, soveltuvuusanalyysseissä sekä erilaisissa overlay-analyysseissä esimerkiksi sosio-ekonomisten tietojen kanssa (Huang & Ye 1995, Milakis & Athanasopoulos 2014). Erilaisten suosittujen kohteiden, kuten koulujen, työpaikkakeskittymien, ostoskeskusten ja julkisten palveluiden saavutettavuutta ja pyöräilyväylien vaatimustasoa on analysoitu verkostotiedon avulla Uudessa Seelannissa (NZ Transport Agency 2015). Pyöräilyverkoston suunnittelua on tehostettu verkoston paikkatietokäytännöillä esimerkiksi Milwaukeeen kaupunkia koskevassa tutkimuksessa (Rybarczyk & Wu 2010), jossa pyöräilyverkoston kattavuutta ja laatua tutkittiin pyöräite- ja katuverkoston analyysseillä.

Yhteisenä tekijänä jatkojalostajien tarpeita edellä mainittujen esimerkkien avulla tarkastellessa voidaan pitää olemassa olevan verkoston tarkastelua käyttäjän eli pyöräilijän tarpeiden näkökulmasta. Tätä tietoa voidaan edelleen hyödyntää olemassa olevan verkoston kehittämisessä ja laajentamisessa näihin tarpeisiin perustuen.

2.4.4 Pyöräilyverkoston tietojen hyödyntäminen sovelluksissa

Pyöräilyverkostotiedon pohjalta on laadittu runsaasti erilaisia ratkaisuja ja sovelluksia, joita pyöräilijät voisivat hyödyntää esimerkiksi sopivan reitin haussa. Esimerkkejä tällaisista ratkaisuista ovat erilaiset karttapalvelut, reittioppaat sekä jo kehitetyt navigaattoripalvelut älypuhelimille. Myös pdf-muodossa julkaistuja pyöräilykarttoja on saatavilla sekä Suomesta että kansainvälisesti lukuisia. Esimerkit pyörätieluokittelun sisältävästä pyöräilykartasta kuvaavat Twin Cities- alueen (Metropolitan Council 2007) sekä Chicagon kaupungin (Chicago Department of Transportation 2014) pyöräilyverkostoa Yhdysvalloissa.

Pyöräilyverkoston tarkastelu ilman reititysmahdollisuutta interaktiivisen karttapalvelun avulla on mahdollista lukuisien kaupunkien kohdalla niin kansallisesti kuin kansainvälisesti. Suomen kaupungeista esimerkiksi Tampereen, Helsingin ja Turun pyörätiet on nähtävillä joko Paikkatietoikkunan (Maanmittauslaitos 2015) kautta tai ladattavissa Helsingin kaupungin tapauksessa aineistona avoimen rajapinnan kautta (Helsingin kaupunki 2015). Esimerkkejä pyöräilyn karttapalveluista ovat muun muassa Denver Regional Bicycle Map (Denver Regional Council of Governments 2015) ja Seattlen kaupungin pyöräilykarttapalvelu (Seattle Department of Transportation 2015).

Pyöräilyn reittioppaista löytyi tämän tutkimuksen tiedonhaun yhteydessä esimerkkejä sekä Suomesta että kansainvälisesti. Pyöräilyn ja kävelyn reittiopas on toteutettu Suomessa Helsingissä, Oulussa, Jyväskylässä ja Tampereella (Tampereen Joukkoliikenne 2015) (kuva 5). Näissä oppaissa käyttäjän on mahdollista hakea reitti kahden pisteen välillä ja valita suositettava pintamateriaali. Tuloksena käyttäjä saa reitin kartalla, sen kulkemiseen arvioidun ajan sekä reitin profiilin korkeustiedolla sekä reitin eri osien jaottelun reitin päällysteen tai väylätyypin mukaan. Erilaisia reititysoppaita on toteutettu esimerkiksi maanlaajuisesti Googlen karttapalveluun pohjautuen Belgiassa (Fietsroute 2015) sekä kaupunkitasolla OSM-pyöräverkkoaineiston avulla yhdessä julkisen liikenteen reittioppaan kanssa samassa palvelussa Münchenissä (MVV-Radrouten-Planer 2015). New Yorkin kaupungin pyöräilyreittejä voi tarkastella Ride the City- karttapalvelun avulla (Ride the City 2015). Tässä palvelussa on myös hyödynnetty OSM:n tietomallia. Käyttäjä voi valita turvallisen reitin ja suoran reitin vaihtoehtojen välillä ja karttaan on visualisoitu myös kaupunkipyörien jakopisteet sekä pyöräkaupat.

mien henkilötietojen kanssa. Tutkimuksen tuloksia voidaan edelleen hyödyntää pyörätieinfrastruktuurin kehittämiseen ja sitä kautta pyöräilyn edistämiseen. Hankkeen raportissa todettiin, että topologisesti eheä verkostotieto on tärkeässä roolissa analyysien onnistumisen kannalta.

2.4.5 Esimerkit - yhteenveto

Pyöräilyverkostoja ja niiden osia kuvaavia aineistoja löytyi tämän työn tiedonhaun yhteydessä lukuisia. Usean kaupungin tai laajemman hallinnollisen yksikön tapauksessa aineisto oli ladattavissa paikkatietoaineistona tarkasteltavaksi paikkatieto-ohjelmistolla. Suurimmat erot aineistoissa havaittiin ominaisuustietojen kohdalla. Osa aineistoista kuvasi pelkästään virallisia pyöräteitä, kun taas osassa aineistoista oli huomioitu muu katu- ja tieverkosto, jonka osissa pyöräily on sallittu. Ominaisuustiedoista löytyi aineistojen välillä selviä yhtäläisyyksiä, joskin osassa aineistoista ominaisuustietoja oli huomattavasti enemmän riippuen aineiston tiedonkeruusta ja esimerkiksi hankkeen laajuudesta, jonka puitteissa aineisto oli kerätty. Myös aineistojen ylläpitokäytännöissä oli eroja. Osa aineistoista oli rakennettu siten, että niissä oli huomioitu tulevat reititystarpeet ja -mahdollisuudet.

Pyöräilyverkostoa kuvaavia aineistoja on hyödynnetty esimerkkitapausten kautta tarkasteltuna samankaltaisin tavoin sekä tiedon jatkojalostajan että loppukäyttäjän kannalta. Yleisiä käyttökohteita tiedon jatkojalostajien puolella olivat erilaiset pyöräilyverkoston kehittämiseen sekä pyöräilyn turvallisuuteen ja yleisesti edistämiseen liittyvät analyysit. Pyöräilyverkon geometriatietoa on hyödynnetty verkoston kattavuuden tarkastelussa, liikennesuunnittelun aineistona ja työvälineenä yhdessä paikkatietojärjestelmien kanssa sekä erilaisissa verkoston tarve- ja saavutettavuusanalyyseissä yhdessä demografiatietojen kanssa. Pyöräilyn sujuvuutta ja turvallisuutta on analysoitu pyöräilyverkostotiedon avulla yhdistämällä tähän tietoon tilastoja liikennemääristä, onnettomuuksista sekä verkoston kunnosta. Joukkoistamalla kerättyjä aineistoja on hyödynnetty yhdessä verkostotiedon kanssa laskennallisesti havainnollistamaan, missä verkoston osissa pyöräilijät liikkuvat. Myös tulevia verkoston osia voidaan mallintaa olemassa olevan verkoston avulla. Esimerkkikaupunkien kohdalla pyöräilyverkostoa kuvaava aineisto on ladattavissa eri muodoissa (esim. shapefile-tiedostona) hyödynnettäväksi ilmaiseksi jatkokäyttöön.

Pyöräilyverkostotiedon käyttäjille tarjottavia palveluita on esimerkiksi erilaiset verkostoa kuvaavat karttatuotteet (pdf-kartat) sekä karttapalvelut, joiden avulla pyöräilyverkostoa ja sen osia voi tarkastella interaktiivisen kartan avulla. Useissa karttapalveluissa käyttäjän on mahdollista lukea verkoston eri osien ominaisuustietoja sekä tarkastella pyöräilyyn liittyviä oheispalveluita kartan avulla. Myös pyöräilyn reititystarkasteluja mahdollistavia karttapalveluita on kehitetty useita. Näiden palveluiden avulla käyttäjä voi hakea reitin kahden sijainnin välillä ja tarkastella muun muassa reitin eri osien väylätyyppejä, mäkisyyttä sekä reitin kulkemiseen kulutettavaa aikaa tietyllä nopeudella.

Pyöräilyverkostoa koskevan tiedon keräämiseen etenkinseudullisella tasolla liittyy esimerkkien perusteella useita haasteita. Yleisimmät haasteet liittyvät tiedon tuottamisen eri käytäntöihin, tiedon ajantasaisuuteen sekä tietojen yhdistämiseen hallinnollisten rajojen yli. Keskeisimmät haasteet on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1 Pyöräilyverkostojen tiedonkeruuseen ja koostamiseen liittyvät haasteet

	Toteutus	Tietolähteet	Mahdollisuudet	Haasteet
Aineisto				
Cycle Network Model	Tietomalli Tietokanta	Tieverkosto, hallinnolliset yksiköt	Maan kattava pyöräilyverkosto, reititys, liikennesuunnittelu	Tiedon tarkkuus
BFI-projekti	Tietokanta	Hallinnolliset yksiköt, ilmakuvat, asiantuntijat	Hallinnolliset rajat ylittävä verkosto, pyöräilyverkoston kehittäminen	Tiedon ajantasaisuus, päivittäminen, useat tietolähteet
Twin Cities	Tietokanta	Digitointi eri aineistoihin perustuen	Pyöräilyverkoston kehittäminen, avoin data	Ominaisuustietojen luokittelun vaihtelut, tietojen päivittäminen
NCDOT	Tietokanta	Hallinnolliset yksiköt	Pyöräilyverkoston kehittäminen, tulevat väylät	Tiedon tuottamisen eri käytännöt, päivittäminen, tietojen yhdistäminen hallinnollisten rajojen yli

3 Paikkatiedon mallintaminen ja elinkaarisäännöt

Aiemmin teoriaosiossa käsitelty liikenneverkkojen mallintaminen on aina poikkeuksetta paikkatietojen mallintamista. Paikkatietokohteiden mallintaminen edellyttää kohteen olemassaolon tarkastelua ja määrittelyä koko kohteen elinkaaren ajalta. Tästä syystä paikkatietokohteiden elinkaarisäännöt on huomioitava jo osana tiedon mallintamista. Tässä luvussa esitellään lyhyesti paikkatiedon mallintamiseen liittyvää teoriaa, perehdytään kansalliseen suositukseen paikkatiedon mallintamisesta sekä tietomallin elinkaarisääntöjen muodostamisesta. Varsinainen tietomallin toteutus ja tarkemmat elinkaarisäännöt esitellään luvussa 5.

3.1 Paikkatiedon mallintaminen

Paikkatiedon avulla voidaan kuvata reaali maailman kohteita tai ilmiöitä tiedolla, johon sisältyy kohteelle tai ilmiölle sijainnin maapallolla ilmoittava sijaintiominaisuus. Paikkatietokohteita ja niiden välisiä suhteita voidaan mallintaa samalla tavoin, kuin mitä tahansa tietokohteita. Paikkatietokohteiden ja niiden välisten suhteiden mallintamisessa sekä yleisesti tietomallin suunnittelussa on huomioitava paikkatiedon erityispiirteet. Mallintamisen ensisijaisena tavoitteena tulisi olla todellisuudessa esiintyvien kohteiden kuvaaminen objekteina ja näihin objekteihin liittyvä tiedonhallinta huomioiden kohteiden elinkaaren tietokannassa (Worboys et al. 1990).

Käsitemallin laatiminen on ensimmäinen osa paikkatiedon mallintamista sekä tietokannan suunnittelua. Käsitteellisen mallintamisen avulla pyritään kuvamaan reaali maailman kohteita ja niiden välisiä suhteita tavalla, joka kuvaa todellista tilannetta mahdollisimman realistisesti. JHS 162- suosituksen (JHS 162 2011) mukaan käsitemalli on ”tietomalli, joka määrittelee tarkastelun kohteena olevat kohdemaailman käsitteet ja niiden väliset suhteet”. Käsitemalli on karkeamman tason looginen kuvaus tietokannan peruseräistä ja toiminnollisuuksista, kun taas tietomalli on tarkempi kuvaus tietokannan fyysisestä rakenteesta (JHS 179 2012). Usein käsitemallin avulla määritellään abstraktiotasolla, mitä tietomallin tulisi sisältää vastatakseen siihen liitettyihin tarpeisiin eri toimijoiden osalta (Lisboa-Filho et al 2010, Luukkainen & Laine 2012).

Käsitemallin pohjalta laadittu käsiteskeema on taas käsitemallin määrämuotoinen esitys joka vastaa mallintamisen loogista vaihetta. UML (Unified Modeling Language)- mallinnuskieli on laajasti hyödynnetty menetelmä myös paikkatietokantojen suunnitteluun ja mallintamisessa (Lisboa-Filho et al 2010). Paikkatietokohteet ja niiden väliset suhteet mallinnetaan JHS 162- suosituksen (2011) mukaisesti UML- luokkina. Kohteiden väliset suhteet suositellaan mallinnettavaksi UML-suhteena, jos suhteeseen ei liity ominaisuuksia tai suhdeluokkana mikäli suhteeseen liittyy ominaisuuksia. Suositellaan myös, että mallinnettavan kohteelle tai ilmiölle mallissa annettavan nimen tulisi olla mahdollisimman tarkasti kuvaava.

Tämän työn käsitemallin käsitteet ja termit on määritelty asiantuntijahaastattelujen tulosten analysoinnin, toimeksiantajan kanssa toteutettujen määrittelyjen sekä muun teoriataustan perusteella. Mallintamisen avulla määritellään jo olemassa olevien tietokohteiden suhteet ja ominaisuustiedot sekä elinkaarisäännöt siltä osin, kuten tämän työn tavoitteissa on määritetty. Käsitemallinnuksen avulla luodaan tietorakenne, jolla pyöräilyverkoston väylätietoja hallitaan ja johon väylien ominaisuustietoja täydennetään tulevaisu vaiheissa.

3.2 Paikkatietokohteiden elinkaarisäännöt osana mallintamista

Elinkaarisääntöjen laatiminen on yksi keskeinen osa tietomallintamista. Paikkatietokohteen elinkaarisäännöt määrittelevät ja kuvaavat muutoksia, joita tapahtuu paikkatietokohteen koko elinkaaren aikana (JHS 193). Elinkaarisääntöjen määrittely liittyy keskeisesti myös paikkatietokohteiden yksilöivien tunnuksien laatimiseen ja niiden käsittelyyn. Yksilöivillä tunnuksilla voidaan liittää tietomallin kullekin reaali maailman kohteelle tunnuksen mukaan viittaus siten, että kohteeseen voidaan liittää eri tietomallien mukaisia ominaisuustietoja (JHS 193). Paikkatietokohteiden elinkaarisäännöt määrittelevät yksilöivien tunnusten luomisen ja päättymisen tietokohteiden ylläpidossa. Yksilöivät tunnukset voidaan laatia esimerkiksi Open Software Foundation:n (OSF) määrittelemän UUID (Universally Unique Identifier)-tunnusgeneraattorin avulla siten, että yksilöivät tunnukset ovat globaalisti yksikäsitteisiä ja poikkeuksetta uniikkeja (JHS193).

Liikenneverkkojen tapauksessa esimerkiksi uusien väylien rakentaminen ja väylien ominaisuustietojen muutokset aiheuttavat tietomalliin muutoksia, jotka tunnistetaan tietomallin elinkaarisääntöjen avulla. Paikkatietokohteiden elinkaarisääntöjen muodostamisen perusperiaatteet on kuvattu JHS 193 Paikkatiedon yksilöivät tunnukset suosituksen liitteessä 3: Paikkatietokohteiden elinkaarisääntöjen muodostaminen (JHS 193 2015). Suosituksessa määritetään, että paikkatietokohteiden elinkaarisäännöt tulisi määritellä paikkatiedon mallintamisen yhteydessä tiedon käyttötapauksien perusteella. Sekä paikkatietokohteen geometriaan että sen ominaisuustietoihin liittyvät muutokset voivat muuttaa kohteen identiteettiä mikä olisi huomioitava tiedon mallintamisen yhteydessä. Muutokset aiheuttavat kohteen identiteetin ja yksilöivän tunnuksen muuttumisen tai elinkaariominaisuuksien muuttumisen kuten uuden versiotunnuksen (JHS 193).

Paikkatietokohteiden muutostapahtumat voidaan jakaa JHS 193 – suosituksen mukaan neljään eri tapahtumatyyppiin sekä niiden alatyyppeihin.

Tapahtumatyypit:

1. uuden kohteen luominen
2. kohteen poistaminen
3. kohteen ominaisuuksien muuttuminen
4. kohteen geometrian muuttuminen.

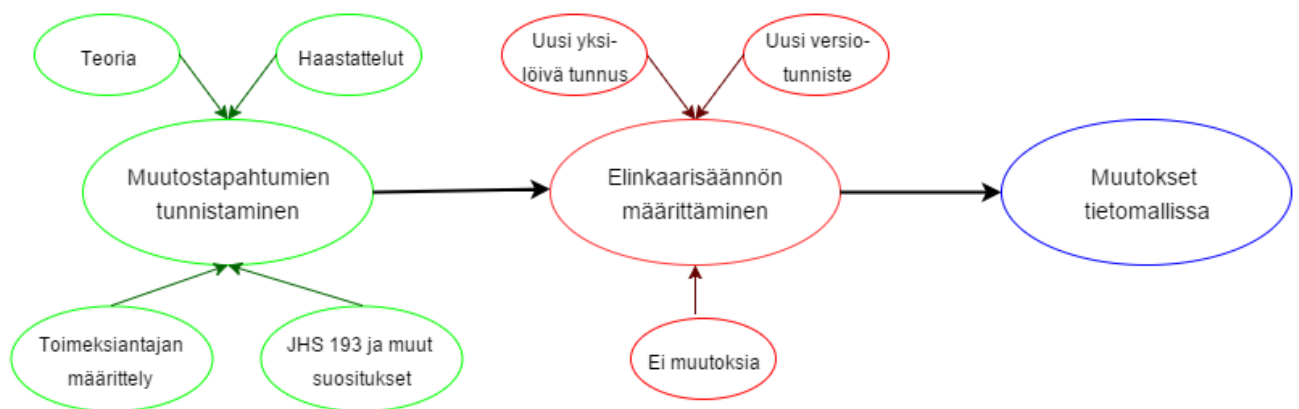
Alatyypit:

- kohteen jakamiselle osiin
- kohteiden yhdistämiselle
- kohteiden uudelleenluokittelulle
- sijaintivirheen korjaamiselle (myös sijainnin tarkentuminen)
- tarvittaessa viivaosien topologisen eheyden käsittelysäännöt.

Vastaavat muutostapahtumat on määritelty myös The European Location Frameworkin laatimassa ohjeistuksessa (2015) teiden paikkatietokohteiden elinkaarisääntöjen määrittelylle. Tämä ohjeistus sisällyttää seuraavat kohteiden muutoksia aiheuttavien tapahtumien alatyypit yllä mainittuihin tapahtumatyyppeihin:

- yhdistetty muutos (geometrinen ja semanttinen, näitä ei käsitellä erikseen)
- yhdistelmä (jakamisen ja yhdistämisen kombinaatiot, liian hankalia tunnistaa)
- luokan muokkaus (kohde siirretään yhdestä kohdeluokasta toiseen).

Tässä työssä hyödynnetään JHS 193-suosituksen Liitteen 3 mukaisia esimerkkejä yllämainittujen tapahtumatyyppeiden ja niiden alatyyppeiden mukaisten elinkaarisääntöjen muodostamisessa. Suosituksen mukaisesti elinkaarisääntöjen mallintamisessa pyritään tunnistamaan yhdessä työn toimeksiantajan kanssa erilaisia reaali maailman muutostapahtumia, joiden perusteella muutoksiin liittyvät käsittelysäännöt ja -ehdot muodostetaan. Myös asiantuntija-haastatteluissa esille tulleet seikat tietomallin elinkaarisääntöihin ja päivitystarpeisiin huomioidaan sääntöjen ja ehtojen määrittelyssä. Elinkaarisääntöjen muodostusprosessi on esitetty kuvassa 6. Tietomallin elinkaarisäännöt ja niihin liittyvät muutostapahtumat esimerkkeineen on esitelty alaluvussa 5.5.2.



Kuva 6 Muutostapahtumien tunnistaminen ja elinkaarisääntöjen määrittely

4 Asiantuntijahaastattelut

Tässä luvussa esitellään diplomityössä toteutettujen asiantuntijahaastattelujen tavoitteet, teoriatausta, kohderyhmä, kysymyksenasettelu, haastattelujen tulosten analysoinnin menetelmät sekä koostetusti haastattelututkimuksen tulokset. Viimeisessä alaluvussa esitellään haastattelututkimuksen yhteenveto ja keskeiset johtopäätökset. Tulokset on esitelty haastattelun kahden kohderyhmän, Tampereen ja Tampereen seudun ja kansallisten toimijoiden, mukaisen jaottelun mukaan.

4.1 Haastattelujen tausta ja tavoitteet

Toimivan tietokannan suunnittelun keskeinen osa on toimiva tietomalli, joka huomioi tiedon oikeellisuuden, tietokannan rakenteen toimivuuden ja käytettävyyden käyttäjän näkökulmasta ja tietokannan ylläpidon ja elinkaaren ylläpitäjän näkökulmasta (Worboys et al 1990, 119). Tämän haastattelujen tavoitteena on selvittää pyöräilyverkostoon liittyvien tietomallien, aineistojen ja erilaisten ratkaisujen nykytilaa sekä tuleviin ja suunnitteilla oleviin ratkaisuihin liittyviä tavoitteita, tarpeita ja haasteita. Keskeisenä tavoitteena on kerätä asiantuntijatietoa tämän työn tietomallin laatimisen sekä varsinaisen tietokannan ja sen ylläpito-prosessin suunnittelun tueksi. Haastattelujen avulla pyritään etenkin kartoittamaan potentiaalisia tietolähteitä ja selvittämään niiden yhdistettävyyttä kahdella eri maantieteellisellä tasolla: alueellisella/paikallisella tasolla haastattelemalla henkilöitä Tampereen kaupunkior-ganisaatiosta sekä Tampereen kaupunkiseudulta sekä kansallisella tasolla haastattelemalla henkilöitä eri organisaatioista Suomessa.

Haastattelukysymyksien avulla pyritään keräämään tietoa seuraavista, tietomallin suunnitte-luun liittyvistä aiheista sekä tämänhetkisiin että tuleviin tietomalleihin ja ratkaisuihin liit-tyen:

- tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät
- tietomallin ominaisuustiedot ja käsitemalli
- tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpito-prosessi.

Tietolähteiden ja tiedonkeruumenetelmien määrittelyn tueksi kerätään asiantuntijatietoa tä-män hetkissä ratkaisussa käytettävistä tietolähteistä sekä näkemyksiä potentiaalisista tieto-lähteistä ja tiedonkeruumenetelmistä, joita voitaisiin hyödyntää tulevaisuissa ratkaisuissa. Tie-tomallin ominaisuustietojen määrittelyn ja käsitemallin laatimisen tueksi pyritään kerää-mään asiantuntijatietoa kysymyksillä, jotka kartoittavat pyöräilyverkoston käyttäjien tarpei-siin liittyviä näkemyksiä sekä asiantuntijan omaan tietämykseen liittyvää tietoa niin nykyi-sistä kuin tulevistakin ratkaisuista tiedon jatkojalostajan kannalta. Tietokannan rakentee-seen, elinkaarimalliin ja ylläpito-prosessiin liittyen tavoitteena on kerätä tietoa, joka tukee sekä pyöräilyverkoston tietokannan toimivan rakenteen että elinkaarimallin ja ylläpito-pro-sessin suunnittelua.

4.2 Haastattelun muoto, teemat ja kysymyksenasettelu

Haastattelut toteutetaan puolistrukturoituna yksilö- tai ryhmähaastatteluina. Koska haastat-telun tuloksia käytetään osana diplomityön teoriataustaa ja tulokset analysoidaan ainoastaan laadullisin menetelmin, on puolistrukturoitu haastattelu eri haastattelumenetelmistä tämän

tutkimuksen kohdalla sopivin. Puolistrukturoidulle haastattelulle on ominaista, että haastateltaville henkilöille esitetään käsikirjoituksen mukaiset avoimet kysymykset samassa järjestyksessä mutta niitä voidaan täydentää tarkentavilla kysymyksillä haastattelijan harkinnan mukaan (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Haastattelun suunnittelussa ja kysymyksenasettelun laadinnassa on hyödynnetty Pattonin (2002) teoriaa ja ohjeistusta avoimen haastattelun (the standardized open-ended interview) toteuttamisen tueksi. Haastattelujen teemat ja avoimet kysymykset mietitään etukäteen, joka mahdollistaa juuri olennaisen ja halutun tiedon keräämisen haastattelujen avulla. Haastateltaville lähetettiin ennen haastattelua sähköpostitse lyhyt esittely diplomityön aiheesta, jonka osaksi haastattelu toteutetaan sekä haastattelun teemat ilman varsinaisia haastattelukysymyksiä.

Haastattelun kysymyksenasettelu on rakennettu seuraavien ajallisten teemojen ympärille:

- teema 1: Pohjustavat kysymykset ja yleiset näkemykset aiheesta
- teema 2: Nykyiset tietolähteet, tietomallit ja ratkaisut sekä niihin liittyvät tarpeet ja haasteet
- teema 3: Tulevat tietolähteet, tietomallit ja ratkaisut sekä niihin liittyvät tarpeet ja haasteet
- teema 4: Innovatiiviset ratkaisut.

Haastattelujen teemojen ja kysymyksenasettelun järjestyksessä on huomioitu suositus kysyä nykytilannetta vastaavat kysymykset, joihin odotetaan enemmän faktapainotteisia vastauksia, pohjustuksena ennen tulevaisuutta koskevia kysymyksiä, joiden vastaukset sisältävät enemmän olettamuksia ja spekulointia (Patton 2002).

Eri teemoihin kuuluvat kysymykset esitetään avoimina kysymyksinä. Avoimet kysymykset on pyritty muotoilemaan Pattonin (ibid) teorian mukaan siten, että ne antavat vastaajalle mahdollisuuden vastata ilman kysymyksenasettelun sisältämää johdattelua ja täysin omin sanoin oman tietämyksen, näkemyksen tai mielipiteen perusteella. Tämän tutkimuksen haastatteluissa sovelletaan Pattonin (ibid) esittämistä kysymystyypeistä tietoon ja tietämykseen liittyviä kysymyksiä (knowledge questions) sekä mielipiteisiin ja arvoihin liittyviä kysymyksiä (opinion and values questions). Ensimmäisen tyypin kysymysten avulla selvitetään vastaajan tietoa ja tietämystä aiheista, jotka ovat olennaisia tämän tutkimuksen kannalta. Jälkimmäisen tyypin kysymyksillä selvitetään näkemyksiä, mielipiteitä ja odotuksia haastattelun teemoihin ja aihe-alueisiin liittyen. Kyselyn avulla kerättävien vastauksien ja tiedon hyödyntämisen kannalta kysely on suunniteltu siten, että kysymykset vastaavat toisiaan molemmille ryhmille toteutettavissa haastatteluissa. Tarkat haastattelukysymykset on listattu liitteessä 2.

4.3 Haastattelujen kohderyhmä

Asiantuntijahaastattelun kohderyhmään kuului 15 henkilöä. Haastateltavat henkilöt on valittu työn aiheen ja haastateltavien työtehtävän perusteella sekä Tampereen kaupunkiorganisaation eri yksiköistä, Tampereen kaupunkiseudun toimijoista ja kansallisista organisaatioista.

tiosta sekä yrityksistä. Haastateltavat ovat työnkuvansa perusteella jollakin tavalla tekemisissä työn aiheeseen liittyvien teemojen – paikkatietojen, maankäytön, liikennesuunnittelun sekä pyöräilyverkostojen kanssa.

Diplomityöhön haastateltiin Tampereelta kaupungilta seuraavia henkilöitä; Timo Seimelä (Liikenneinsinööri), Jarno Hietanen (Erikoissuunnittelija), Anna-Maija Mäenpää (Tekninen suunnittelija), Jyrki Pohjankylä (Paikkatietopäällikkö), Markku Koskinen (Tekninen suunnittelija), Kaarina Kyllönen (Tekninen suunnittelija), Juha Inkiläinen (Erikoissuunnittelija), Katri Jokela (Erikoissuunnittelija) ja Jouko Järnefelt (Paikkatietoasiantuntija). Muista organisaatioista haastateltiin seuraavia henkilöitä: Katja Seimelä (Liikennejärjestelmäinsinööri, Tampereen kaupunkiseutu), Pasi Metsäpuro (Projektipäällikkö, WSP Finland), Tapio Linna (Paikkatietosuunnittelija, Helsingin kaupunki), Matti Pesu (Paikkatietoasiantuntija, Liikennevirasto), Pekka Sarkola (Omistaja, Gispo Oy) ja Kaisu Laitinen (Projektipäällikkö, Ramboll Oy).

4.4 Haastattelujen litterointi ja tulosten analysointi

Haastattelujen tulokset litteroitiin haastattelukohtaisesti kuuntelemalla nauhoitetut haastattelut läpi ja poimimalla haastatteluista kysymyskohtaisesti vastauksessa esiintyneet tärkeimmät käsitteet, lauseet, termit, haasteet, mahdollisuudet ja mainitut tietolähteet excel-taulukoon. Jokaisen haastattelun tulokset tallennettiin erilliseen taulukkoon, johon yllä mainitut tulokset tallennettiin eri välilehdille haastattelun ajallisten teemojen mukaisesti. Jokaisen kysymyksen kohdalle määriteltiin, mihin alaluvussa 5.1 mainittuun tietomallin määrittelyn aiheeseen kysymys liittyy.

Tulosten analysoinnin seuraavassa vaiheessa tulokset luokiteltiin haastatteluryhmien mukaan (Tampereen seudun toimijat sekä kansalliset toimijat). Luokittelun tulokset koottiin ryhmien mukaan kahteen eri taulukkoon, jossa kummassakin tulokset jaettiin neljälle eri välilehdelle haastattelun teemojen mukaan. Jokaiseen teemaan liittyvien kysymysten keskeiset tulokset jaettiin eri kokonaisuuksiksi sen mukaan, mihin tietomallin suunnitteluun liittyvistä aiheista kysymys kuuluu. Esimerkki haastatteluryhmäkohtaisesta tulosten luokittelusta on esitetty liitteessä 3. Tulosten analysoinnin kolmannessa vaiheessa edellisen vaiheen lopputuotoksena saaduista kahdesta taulukosta poimittiin keskeisimmät käsitteet, joita hyödynnetään käsitelmallin laatimisen tukena. Nämä tulokset on esitelty seuraavassa luvussa käsitelmallin yhteydessä.

4.5 Haastattelujen tulokset

4.5.1 Teema 1: Taustatiedot

Tampere ja Tampereen seutu

Tampereelta ja Tampereen seudulta haastatellut hyödynsivät työtehtävissään pyöräilyverkkoon liittyviä paikkatietoja esimerkiksi kaavahankkeissa, verkkotarkasteluissa, pyöräpysäköinnin suunnittelussa, pyörätilastojen laatimisessa, liikennelaskennoissa, kaupunkitut-

kimuksessa, saavutettavuusanalyyseissä, kehitystyössä, kaavoituksessa uusien asuinalueiden mallintamisessa, seudullisessa kehitystyössä, pyöräilyn edistämisessä, sekä työmatkaliikenteen mallintamisessa pyöräverkkoon. Haastateltavat hyödynsivät työtehtävissään seuraavia tietolähteitä: maastomittaukset, ilmakuvat, stereomittaukset, vektoriaineistot, Novapoint IRIS-omaisuudenhallintajärjestelmä, pyöräilyviitoitukset, pyöräpysäköintiaineisto Mapinfossa, tieto naapurikunnilta, kartat.tampere.fi, yhdistelmä erilaisista lähtöaineistoista (Digiroad, Itellan jakelutiet), OSM, Paikkatietoikkuna, omat suunnitelmat ja hakemistot, paperikartta, Repa-reittiopas, Maanmittauslaitoksen korkeusaineisto ja YKR-aineistot.

Haasteena pyöräverkostoa koskevan tiedon kohdalla paikallisesti tai seudullisesti mainittiin muun muassa tiedon puutteellisuus, Digiroadin pyörätieverkon puutteellisuus, olemassa olevien aineistojen topologiseen eheyteen liittyvät haasteet sekä reititettävän keskiviiva-aineiston puute. Olemassa olevan pyöräilyverkon kohdalla positiivisina tekijöinä mainittiin verkoston toimivuus itä-länsi- suunnassa, kattavuus (etenkin keskustan ulkopuolella). Haasteina olemassa olevan verkoston kohdalla mainittiin pyöräverkon jatkuvuus, laadun jatkuvuus, olosuhteet kokonaisuudessaan, kulkumuotojen erottaminen, pyöräilyn turvallisuuden parantaminen, pyöräilyn markkinointi, keskustan pyöräilyolosuhteet sekä saavutettavuus keskustassa.

Kansalliset toimijat

Kansallisten toimijoiden haastateltavat henkilöt työskentelevät yksityisen sekä julkisen sektorin organisaatioissa eri paikkatietoalaan liittyvissä työtehtävissä kuten liikennealan kehittäminen, liikennesuunnittelussa, paikkatietoalan kehittäminen, paikkatietoasiantuntijan rooli, järjestelmän ylläpito, Digiroad kehitystyö, avoin lähdekoodi, avoimet tietolähteet, karttatuotteiden valmistelutehtävät sekä maankäytön suunnitteluun liittyvät tehtävät. Pyöräilyverkkoon liittyvistä aineistoista vastaavat mainitsivat hyödyntäneensä muun muassa Digiroadia, OSM:a, itse rakennettua liikenneväylien mallia, kunnan katutietojärjestelmiä, sekä kartanpiirtotyönä laadittuja tuotteita.

4.5.2. Teema 2 - Nykyiset ratkaisut

Tampere ja Tampereen seutu

Tiedon järjestämistä ja tietolähteitä koskevien kysymysten kohdalla vastaukset vaihtelivat jonkin verran haastateltavan työnkuvan ja työtehtävien perusteella. Koska haastateltavat ovat työtehtäviensä kautta eri tavoin tekemisissä pyöräilyverkostoa koskevan tiedon kanssa, jakautuivat vastaukset sen mukaan, hyödyntääkö vastaaja suoranaisesti pyöräilyverkostoa koskevaa tietoa työtehtävissään vai liittyykö vastaajan rooli enemmän tiedon tuottamiseen ja ylläpitoon. Vastaajat nimesivät tähän perustuen tietolähteinä muun muassa kartat.tampere.fi, Paikkatietoikkuna, paperikartat, kevyen liikenteen reittiopas, Stella-järjestelmä, suunnittelupalvelut, OSM, Itellan jakeluverkosto, Digiroad, avoimen rajapinnan (Tampereen kaupunki), IRIS-järjestelmän, muilta kunnilta kartat dvg-muodossa tai paperikarttoina.

Pyöräilyverkostoa koskevan tiedon saatavuuteen ja järjestämiseen liittyen usein toistuvina seikkoina mainittiin yleisesti haasteet tiedon saatavuudessa, aineistojen hajanaisuudessa sekä aineistojen soveltuvuudessa eri käyttötarkoituksiin. Haasteena koettiin muun muassa

IRIS-järjestelmän ominaisuustietojen puutteet, verkoston jatkuvuus, tiedon saatavuus, tiedon yhdistäminen, tiedon tarkkuus, aineiston laatu ja kattavuus, kulkumuotojen huomiointi, ongelmat mikrotasolla analyysissä, aineiston soveltumattomuus reititykseen, tietokantojen hajanaisuus, tiedon rajautuminen kunta-rajaan sekä tiedon yhteiskäyttö. Nykyisiä tietolähteitä ja tiedon järjestämistä arvioidessa mahdollisuuksina mainittiin OSM:n ja Digiroadin hyödyntäminen tietolähteinä. Myös IRIS-järjestelmä ja avoimet rajapinnat tuli toistuvasti esille, kun puhuttiin ominaisuustietojen saatavuudesta ja tietojen hyödyntämisestä avoimesti.

Pyöräilyverkostoa koskevan tiedon hankkimista ja yhteiskäyttöä arvioitaessa eri tietolähteinä mainittiin usein IRIS, Digiroad ja OSM. Näiden aineistojen käytettävyyttä nähtiin mahdollisuutena, kuten seudullisesti eri kuntien aineistojen yhteiskäyttö ja eri aineistojen yhdistäminen isommaksi kokonaisuudeksi. Tässä yhteydessä esille tulleet haasteet liittyivät selkeästi tiedon tuottamisen eri käytäntöihin ja saatavilla olevien aineistojen kirjavuuteen.

Aineistojen ominaisuustietojen kohdalla vastauksissa esiintyi jonkin verran vaihtelua riippuen vastaajan roolista ja työtehtävästä. Ominaisuustietoja koettiin olevan hyvin saatavilla eri suunnittelujärjestelmissä mutta varsinaisissa pyöräilyverkoston aineistoissa ominaisuustietojen puute ja tiedon hajanaisuus koettiin haasteena. Myös tiedon jakaantuminen eri tietolähteisiin mainittiin haasteena. Kattavien ominaisuustietojen yhdistäminen eri suunnittelujärjestelmistä nähtiin mahdollisuutena ja tässä yhteydessä potentiaalisina tietolähteinä mainittiin IRIS-järjestelmä sekä muut tietokannat. Seuraavia ominaisuustietoja mainittiin olevan saatavilla eri lähteistä kaupungin sisällä: hierarkialuokitus (pääverkko, alueverkko, lähiverkko), kulkumuotojen erottelu, toiminnallinen luokka, pintamateriaali (asfaltti, sora, muu), kunnossapitoluokka, suojatiet, ali- ja ylikulut, jyrkät mäet, valaistus, väylätyyppi (yhdistelty vai eroteltu) ja liikennemäärä.

Pyöräilyverkostotiedon jatkojalostajan tarpeita koskevissa vastauksissa yhteisinä tekijöinä voidaan erottaa verkoston geometriaan ja ominaisuustietoihin liittyvät tarpeet. Nykytilannetta pohtiessa kattavan verkostotiedon puute sekä tiettyjen ominaisuustietojen, kuten pituuskaltevuus- ja leveystietojen puute koettiin haasteena etenkin liikenneanalyysien toteutuksen kannalta. Toisaalta geometrialtaan eheä ja ominaisuustiedoiltaan kattava pyöräilyverkoston tietomalli koettiin mahdollisuutena etenkin kaavoitukseen liittyvien analyysien ja reittivaihtoehtojen vertailun kannalta katsottuna.

Tämänhetkisiä tietomalleja ja niiden vastausta käyttäjien tarpeisiin pohtiessa pyöräilykartat sekä Repa-reittiopas mainittiin toistuvasti tietomalleihin pohjautuvina palveluina, joita pyöräilijät voivat hyödyntää. Mobiilivaihtoehtojen puute koettiin haasteena toistuvasti. Etenkin pyöräilyverkoston tietomalliin pohjautuvat, mobiilit vaihtoehdot nähtiin mahdollisuutena esimerkiksi pyöräilyverkoston ylläpitoon liittyen.

Pyöräilyverkostotiedon ja muiden liikkumismuotojen tietojen yhteensovittamista koskevan kysymyksen kohdalla matkaketjujen muodostaminen, sekaliikenne ja multimodaalisuus nähtiin sekä mahdollisuuksina että etenkin haasteina tämän hetkisiä ratkaisuja tarkastellessa. Reitittävän ja tarkan pyöräilyverkoston sekä joukkoliikenteen kulkutietojen puute koettiin haasteena. Liityntäpysäköintiin liittyvät tiedot koettiin tärkeinä tulevien ratkaisujen kannalta. Aineistoina tässä yhteydessä mainittiin IRIS-järjestelmän aineistot, pyöräpysäköinnin aineisto sekä reittioppaassa käytettävä aineisto. Näiden aineistojen yhteen tietokantaan koettiin mahdollisuutena, kuten myös sekaliikennekatujen mallintaminen tietomallissa.

Kansalliset toimijat

Haastateltavat kokivat, että pyöräilyverkostoa koskevaa tietoa on saatavilla hyvin vaihtelevasti. Yleisesti koettiin, että valtakunnallisella tasolla tietoa on saatavilla mutta tieto on järjestetty kunnissa hyvin eri tavoin ja tiedon jatkojalostaja joutuu itse käsittelemään ja muokkaamaan tietoa jatkokäytön mahdollistamiseksi. Valtakunnallisen pyöräilyverkostoa koskevan aineiston puute koettiin haasteena esimerkiksi kevyen liikenteen reitinoptimointiin liittyen.

Yleisimmin tietolähteinä mainittiin OSM, Digiroad ja Maanmittauslaitoksen aineistot. Vastaajat kokivat, että pyöräilyverkostoa kuvaavan tiedon hyödyntämismahdollisuudet ovat rajalliset, koska tietoa on saatavilla rajoitetusti. Haasteena koettiin vastaajien mukaan se, että monista aineistoista on vaikeasti tulkittavissa, missä pyörätiet kulkevat ja usein pyöräteitä ei ole eroteltu muista liikkumismuodoista. Vastaajat nimesivät myös konkreettisten tietokohdeiden sekä ominaisuustietojen puutteen ongelmaksi pyöräilyverkoston tietolähteissä. Avoin data koettiin mahdollisuutena kansallisella tasolla, koska geometriatiedot ovat usein ole-massa kuntatasolla. Tietolähteiden kohdalla vastaajat nimesivät käytettäviä tietolähteitä hie-man eri tavoin riippuen työnkuvasta ja aiemmista kokemuksista tiedon hyödyntämiseen liit-tyen.

Tiedon hankkimiseen ja yhteiskäyttöön liittyen tiedon laatu ja kattavuus sekä tietolähteisiin liittyvät vaihtelevat käytännöt ja toteutustavat koettiin haasteena myös pyöräilyverkostotie-don kohdalla. Myös ominaisuustietojen harmonisoimattomuus koettiin eri aineistojen kan-sallisen hyödyntämisen haasteena. Mahdollisuutena koettiin OSM:n aineistojen täydentämi-nen Maanmittauslaitoksen tai kunnan aineistoilla sekä muut hankkeet (esim. Kuntaliiton KuntaGML-hanke). Myös yhteiset standardit pyöräilyverkoston kuvaamiseen mainittiin mahdollisuutena kansallisella tasolla. Ominaisuustietoja koettiin olevan nykyisissä tietomal-leissa hyvin vaihtelevasti. Tietolähteinä mainittiin Digiroad ja OSM, joiden kohdalla pyörä-väylien ominaisuustietojen puute tai jälkimmäisen kohdalla tietojen kattavuus ja luotetta-vuus koettiin haasteena.

Pyöräilyverkoston tiedon jatkojalostamisen kohdalla valtakunnallisesti koettiin haastavaksi tiedon muokkaaminen jatkokäyttöä varten. Vastaajat kokivat, että yhteisen julkisen aineiston puuttuminen, epäkohdat tiedon alueellisessa kattavuudessa sekä tiedon kerääjien ja käyttä-jien vähyys ovat ongelma useiden aineistojen, kuten OSM:n kohdalla. OSM:n koettiin pal-velevan joitakin tarpeita tietomallin osalta. Mahdollisuutena useat vastaajat kokivat OSM:n ja sen työkalujen sekä mahdollisesti tulevaisuudessa ominaisuustietojen kattavuuden para-nemisen.

Loppukäyttäjien tarpeita koskevan kysymyksen kohdalla ensisijaiseksi tarpeeksi ilmeni tarve reitittävälle aineistolle, jota käyttäjä voisi hyödyntää esimerkiksi sovelluksen kautta. Tämänhetkisten tietomallien koettiin palvelevan huonosti tätä tarkoitusta ja haasteina nimet-tiinkin aineistojen tietojen puutteellisuus, alueellinen kattavuus sekä yleisesti aineistojen saatavuus. Mahdollisuuksina tässä yhteydessä vastaajat kokivat pyöräilynavigaattorien ke-hittämisen, kunnossapitotiedon keräämisen pyöräilijöiltä sovelluksen välityksellä sekä ylei-sesti pyöräilyverkoston aineiston jatkokäytön.

Pyöräilyverkostotiedon yhteensovittamista muiden kulkumuotojen kanssa arvioitaessa vas-taajat kokivat, että pyöräilyverkoston kytkeminen tietomallissa muuhun tie- ja katuverkos-

toon sekä julkisen liikenteen verkostoon mahdollistaisi luotettavien reititys- ja saavutettavuusanalyysien toteuttamisen tulevaisuudessa. Myös tarve matkaketjujen muodostamiselle koettiin tärkeäksi tulevien aineistojen ja tietomallien kohdalla. Haasteena vastaajat kokivat eri aineistojen (kuten OSM:n ja Digiroadin) tietomallien yhteensovittamisen ja topologisen eheyden varmistamisen yhdistämisen yhteydessä.

4.5.3 Teema 3 - Tulevat ratkaisut

Tampere ja Tampereen seutu

Tulevien tietolähteiden ja tiedonkeruumenetelmien kohdalla joukkoistaminen koettiin yleisesti potentiaalisena vaihtoehtona pyöräilyverkostoa koskevan tiedon keräämiselle ja osittain myös ylläpidolle. Kaupungin sisäisistä tietolähteistä IRIS-järjestelmä mainittiin toistuvasti etenkin ominaisuustietojen yhteydessä mahdollisena tietolähteenä. Mahdollisuutena nähtiin käyttäjiltä saatavat tiedot ja reitit, katulupajärjestelmä, Digiroad, OSM, kaupunkien omat aineistot, Sportstracker, Google sekä kansallinen tietokanta. Mobiilisovellusten rooli koettiin tärkeänä, mikäli tietolähteenä olisi tulevaisuudessa pyöräilijät. Vastauksien yhteydessä esille tulleet haasteet liittyvät keskeisesti tiedon kattavuuteen, ajantasaisuuteen ja luotettavuuteen sekä tiedon tuottamisen kannustamiseen käyttäjiltä. Myös epävirallisten pyöräreittien sisällyttäminen tuleviin ratkaisuihin koettiin haasteena, mutta myös mahdollisuutena.

Tulevien ratkaisujen ominaisuustietoja koskevan kysymyksen kohdalla mainittiin useita väylien ominaisuuksia, jotka tulevissa pyöräilyverkoston tietomalleissa olisi oleellista huomioida: pyöräverkoston hierarkiatasot, väylätyyppi, leveys, kulkijamäärät, pintamateriaali, pinnan kunto, kunnossapitoluokka, valaistus, risteyspisteistä liikennevalot, suojatiet, väistämisyjärjestelyt, nopeus ajoradalla, ehdolliset yksisuuntaisuudet, kausittain käytettävät väylät, poikkileikkaus, viihtyisyys, korkeustieto, poissa käytöstä olevat reitit sekä kohteet reitin varrella. Tietolähteiksi nimettiin kaupungin omat rekisterit, joista osa mainituista ominaisuustiedoista olisi saatavilla. Myös pyöräteillä tapahtuvat ja sujuvuuteen vaikuttavat muutokset, kuten työmaat ja muut poikkeukset, ja niistä ilmoittaminen mahdollisesti sovelluksen kautta loppukäyttäjälle tulevaisuudessa mainittiin ominaisuustietojen yhteydessä.

Hierarkialuokkien tärkeysjärjestystä arvioitaessa vastauksissa toistui pyöräilyn ja kävelyn suunnitteluohjelman mukainen jako kolmeen (tai neljään luokkaan) hierarkialuokkaan; (seurallinen pääverkko), pääverkko, alueverkko ja lähiverkko. Myös eri kulkumuotojen erottelu ja kunnossapitoluokka mainittiin osana vastauksia. Tietolähteinä tässä yhteydessä mainittiin IRIS-järjestelmä, josta tieto väyläkohtaisista hierarkialuokista on saatavilla. Haasteena tässä yhteydessä koettiin etenkin talvikunnossapitotiedon yhdistäminen ominaisuustiedoksi sekä pyöräilyyn kulkumuotona liittyvät erityispiirteet.

Tietomallin päivityskohteita tarkastellessa geometriakohteiden päivittäminen koettiin ensisijaisena päivityskohteena. Myös pyöräväylien kuntotietoon ja väliaikaisiin muutoksiin, kuten työmaihin, liittyvät päivitystarpeet mainittiin huomioitaviksi tulevaisuudessa. Tässä yhteydessä tietokohteiden elinkaarisääntöjen mallintaminen koettiin tärkeänä osana tietomallin suunnittelua. Haasteena päivittämisen suhteen koettiin ylläpitoprosessiin tarvittavan tiedon hajanaisuus, uusien geometrioiden päivittämisen viive, päivitettävän tiedon luotettavuus

sekä eri väliaikaisiin muutoksiin liittyvä piirteet, kuten työmaiden kesto ja laajuus. Myös väylien pintamateriaaliin ja kuntoon liittyvän tiedon päivittäminen koettiin haastavana.

Pyöräilyverkoston geometriatiedon tarkkuutta koskevan kysymyksen kohdalla vastaukset jakautuivat kahteen ryhmään tietomallin tulevan käyttötarpeen perusteella. Reitittämisen ja loppukäyttäjän tarpeen kannalta tarkasteltuna geometriatarkkuutta ei arvioitu kovin oleelliseksi, kun taas tiedon jatkojalostajan kannalta (esimerkiksi kaupunkisuunnitteluun liittyvissä analyyseissä) tietomallin geometriatarkkuuden tulisi olla huomattavasti tarkempi.

Muiden tietomallin laatimiseen liittyvien huomioiden yhteydessä mainittiin useita eri seikkoja, mitä tietomallin suunnittelussa tulisi ottaa huomioon. Tietomallin laatimisen lähtökohdana tulisi huomioida vastaajien mukaan sekä tiedon jatkojalostajien että loppukäyttäjien tarpeet, tulevaisuuden mahdollisuudet tiedon tuottamiselle sekä aineiston hyödyntämisen helppous ja vaivattomuus. Koettiin myös, että kaupungin tulisi ottaa aktiivisempi ohjaava rooli joukkoistamalla kerätyn tiedon, kuten OSM:n, hyödyntämisessä. Tulevaisuuden tietolähteinä mainittiin OSM, Digiroad 2 sekä joukkoistaminen. Tietomallin suunnittelun tueksi tietolähteenä mainittiin Pyöräväylien tiedot ja laatutaso-raportti (Liikennevirasto 2015). Haasteina tässä yhteydessä mainittiin aineiston käyttöönotto ja käytettävyys sekä priorisointi siitä, mitä tietoja pyöräilyverkoston tietomallissa ensisijaisesti huomioidaan.

Pyöräilyverkostotiedon valtakunnallista yhteensovittamista käsittelevän kysymyksen kohdalla vastaajat arvioivat, että tulevaisuudessa olisi tarpeellista luoda kansallinen määrittely, jonka perusteella pyöräilyverkosto tulisi mallintaa ja jonka perusteella voitaisiin luoda kansallinen yhtenäinen topologinen verkosto. Tässä yhteydessä muun muassa Pyöräväylien tiedot ja laatutaso-raportti (Liikennevirasto 2015) mainittiin toistuvasti esimerkkinä mahdollisesta ohjeistuksesta. Kuntien vastuu tiedon tuottajina sekä jo olemassa olevien ratkaisujen, kuten Digiroadin ja Paikkatietoikkunan merkitys tuli esille vastauksissa. Haasteena tietojen valtakunnallisessa yhteensovittamisessa koettiin yleisesti yhteisten standardien päättäminen ja tiedonkeruun yhdenmukaistaminen.

Kansalliset toimijat

Vastaajat kokivat, että sekä nykyisten tietolähteiden hyödyntäminen että uusien tiedonkeruumenetelmien käyttöönotto mahdollistaisivat pyöräilyverkostoa koskevan tiedon kattavamman keräämisen valtakunnallisesti tulevaisuudessa. Joukkoistaminen ja avoin data koettiin mahdollisuutena, kun taas tiedon luotettavuus ja kattavuus koettiin yhteisesti haasteina tulevaisuudessa. Mahdollisina tulevina tietolähteinä mainittiin uusi Digiroad, joukkoistaminen, asiantuntijatyö, kansallinen maastotietokanta, kuntien katutietojärjestelmät, aura-autot ja Postin kuljetusautot (automatisoidun tiedonkeruun tukena), älypuhelimien sovelluksilla kerättävä tieto, semi-reaaliaikaisen tiedon kerääminen sekä passiivinen joukkoistaminen. Haasteena koettiin pyöräilijöiden aktivointi tiedon tuottamiseen joukkoistamalla sekä eri tavoin kerätyn tiedon tarkkuus.

Ominaisuustietojen kohdalla vastaajat kokivat, että kattava ja eheä geometriatieto sekä hierarkialuokat ovat ensisijaisesti tärkeimmät ominaisuustiedot, mitkä pyöräilyverkoston tietomallissa tulisi huomioida. Jalkakäytävien erottaminen tietomallissa mainittiin olennaiseksi tekijäksi. Muina ominaisuustietoina listattiin muun muassa merkittävyysluokitus, väylän leveys, hidastepisteet, mäkisyys, hierarkialuokat, jalkakäytävät, kiellot, kunnossapitoluokka, päällystetieto, suojatiet, liikennevalot, tietyömaat, valaistus, talvikunnossapidon luokitus,

hiekoitus, kuntotiedot sekä kelitiedot. Haasteena koettiin eri ominaisuustietojen (esim. talvikunnossapito) välittyminen esimerkiksi kaupunkiorganisaation sisällä tietomallin käytäväksi.

Tulevien tietomallien kohdalla vastaajat kokivat, että hierarkialuokkia tulisi olla kolme tai neljä. Mahdollisuutena koettiin pyöräilyn ja jalankulun suunnitteluohjelman mukaisen valtakunnallisen luokittelun noudattaminen tulevissa tietomalleissa. Haasteena koettiin liian yksityiskohtainen luokittelu. Muiden tietomalliin liittyvien huomioiden kohdalla vastaajat nimesivät yhteisiksi seikoiksi tietomallin jatkojalostajien ja loppukäyttäjien tarpeiden huomioimisen tietomallin suunnittelussa sekä elinkaarisääntöjen huomioimisen. Mahdollisuuksina koettiin tietomallin tiedon jatkokäytön mahdollisuudet, tiedon tarjoaminen avoimena datana sekä tiedon hyödyntäminen eri järjestelmillä. Haasteena koettiin tiedon kerääminen valtakunnallisen tietomallin tueksi kuntatasolla sekä tiedon yhteiskäyttöön liittyvät ongelmat.

Vastaajat kokivat, että tulevaisuudessa myös pyöräilyverkostoon liittyvä tieto tulisi järjestää valtakunnallisesti siten, että myös kunnat olisivat mukana tiedon tuottamisessa ja ylläpidossa. Luonnollisesti Digiroad koettiin tietomallina, johon myös pyöräilyverkostoa koskevaa tietoa voitaisiin jatkossa päivittää. Mahdollisuutena tässä yhteydessä vastaajat kokivat OSM:n hyödyntämisen, avoimen datan ja lähdekoodin kehityksen sekä kuntien roolin tiedon tuottajina. Haasteena koettiin tiedon hajanaisuus sekä yhteisten standardien puuttuminen.

Päivityskohteiden osalta vastaajat nimesivät geometrian ja sen muutokset ensisijaiseksi päivityskohteeksi tulevaisuudessa. Mahdollisuutena koettiin dynaamisen tiedon hyödyntäminen tietokohteiden päivityksessä. Dynaamisen tiedon tuottaminen koettiin taas haastavana etenkin väylästä kuntoon liittyvän tiedon kohdalla.

Geometriatarkkuus määritettiin vastaajien kohdalla kahdella tavalla. Jos geometriatarkkuutta tarkasteltiin suunnittelijan näkökulmasta, niin geometriatarkkuudelle asetettiin tarkempi vaatimus kuin tiedon loppukäyttäjän ja esimerkiksi reitityksen kannalta tarkasteltuna. Haasteena nimettiin muun muassa geometriatarkkuuden vaikutus eri kulkumuotojen väylien erotteluun tietomallissa.

4.5.4 Teema 4 – Innovatiiviset ratkaisut

Tampere ja Tampereen seutu

Innovatiivisten ratkaisujen yhteydessä pyöräilijöiltä eri sovellusten ja ratkaisujen avulla vapaaehtoisuuteen perustuen kerättävä tieto mainittiin vastaajien toimesta potentiaalisena tulevaisuuden tietolähteenä. Mahdollisuuksina tässä yhteydessä nähtiin joukkoistamisen tiedonkeruutavat, joilla kerättävää tietoa voitaisiin edelleen hyödyntää liikkumisen ohjauksessa ja sen vaikutuksien tutkimuksessa sekä pyöräilyverkoston tietomallin ylläpidossa. Haasteena käyttäjiltä kerättävän tiedon yhteydessä vastaajat nimesivät käyttäjien innostamisen ja aktiivisuuden sekä yleisesti tiedon luotettavuuden.

Tiedon hankkimiseen ja yhteiskäyttöön liittyen voidaan tiivistää, että vastaajat arvioivat avointen tietolähteiden, rajapintapalveluiden ja muiden tiedon yhteiskäyttöä helpottavien

teknologioiden palvelevan ensisijaisesti tiedon jatkojalostajia. Vastaajien mukaan yksi tietomalli edistäisi yhteiskäyttöä myös pyöräverkostotiedon tapauksessa. Haasteena vastaajat kokivat, että tiedon hajautuminen järjestelmien kesken ja tiedon hyödyntämisen osaaminen rajoittavat tällä hetkellä yhteiskäyttöä.

Pyöräilyverkostoa koskevien valtakunnallisten palvelujen toteuttamisen tarkastelun yhteydessä vastaajat kokivat, että joukkoistamalla kerätty tieto, tiedon keskittäminen sekä innovatiivisten mobiiliratkaisujen toteuttaminen toisivat lisäarvoa niin tiedon jatkojalostajille kuin loppukäyttäjille. Tässä yhteydessä vastaajat kokivat, että keskitetyn tiedon avulla voitaisiin kehittää palveluita, jotka palvelisivat eri pyöräilijäryhmiä myös paikallisesti. Mahdollisuutena koettiin myös kaupungin tarjoaman tiedon avoin ja ilmainen käyttö sovelluskehitykseen sekä joukkoistamalla kerätyn tiedon hyödyntäminen eri reitti- ja pyöräilijätyyppien tunnistamisessa. Haasteena näiden näkemysten kohdalla todettiin tiedon pirstaleisuus, palveluiden toimivuus, tiedon löydettävyyden sekä itse pyöräilyverkon infran toimivuus. Myös eri pyöräilijäryhmien tarpeiden tunnistaminen sekä pyöräilijöiden aktivointi joukkoistamalla kerättävän tiedon keräämiseen koettiin haasteena.

Valtakunnalliset toimijat

Vastaajien mukaan joukkoistamisen eri muodot sekä älypuhelimien avulla kerättävä tieto voisivat toimia tulevaisuudessa tietolähteinä pyöräilyverkosto koskevan tiedon keräämisessä sekä kunnallisella että valtakunnallisella tasolla. Esimerkkeinä mainittiin erilaiset aktiiviset ja passiiviset tiedonkeruun menetelmät, joiden avulla esimerkiksi pyörävylien kuntoon sekä pyöräilyn sujuvuuteen liittyvää tietoa voitaisiin kerätä itse käyttäjiltä. Esimerkkeinä mainittiin OSM, Mapillare-palvelu sekä hankkeista SUPRA-hanke joukkoistamalla kerätyn tiedon hyödyntämisestä tutkimuksessa. Haasteina koettiin tiedon eheyteen ja luotettavuuteen liittyvät tekijät.

Tiedon hankkimiseen ja yhteiskäyttöön liittyen selkeimmiksi mahdollisuuksiksi koettiin avoin data sekä rajapintojen hyödyntäminen pyöräilyverkostotiedon osalta. Haasteena koettiin tiedon yhdistäminen valtakunnalliseksi malliksi sekä tiedon kerääminen riittävällä tarkkuudella eri kuntien osalta. Pyöräilyverkon tietomallia hyödyntävien palveluiden tarkastelun yhteydessä vastaajat kokivat, että tiedon keskittäminen yhdeksi palveluksi palvelisi monia eri käyttötarkoituksia. Yhden palvelun kehittäminen nähtiin mahdollisuutena, kun taas tiedon keräämisen yhtenäistäminen koettiin edelleen haasteena valtakunnallisella tasolla.

4.6 Haastattelujen yhteenveto

Asiantuntijahaastattelujen avulla pyrittiin kartoittamaan asiantuntijoiden näkemyksiä tämän työn aiheeseen liittyen sekä hankkimaan tietoa pyöräilyverkon tietomallin laatimisen tueksi. Haastattelujen tulosten luokittelun perusteella tietoa kerättiin seuraaville tietomallin osa-alueille: tietolähteet, ominaisuustiedot, hierarkialuokat, geometriatarkkuus, elinkaarisaannöt, tiedon jatkojalostajien tarpeet sekä tiedon loppukäyttäjien tarpeet. Myös tiedon hankkimiseen ja kansalliseen järjestämiseen sekä tiedon laatuun ja luotettavuuteen liittyviä näkemyksiä pystyttiin selvittämään sekä paikallisella että kansallisella tasolla.

Tietolähteiden kohdalla Digiroad ja OSM nimettiin useimmiten potentiaalisiksi tietolähteiksi sekä paikallisella että kansallisella tasolla. Esimerkiksi Tampereen kohdalla kaupungin sisäiset järjestelmät ja rekisterit, kuten IRIS-järjestelmä ja katutietojärjestelmä sekä kaavoitukseen liittyvät tietolähteet ja järjestelmät nimettiin tietolähteiksi sekä geometriatiedon että ominaisuustietojen kohdalla. Kansallisesti Digiroad ja OSM koettiin tulevaisuudessa tärkeiksi tietolähteiksi ja vastauksissa ilmeni toistuvasti tarve kansalliselle tietomallille, johon pyöräverkostoa koskeva tieto voitaisiin kerätä. Tässä yhteydessä tiedon keräämisen ja tuottamisen yhteisten käytäntöjen puute koettiin haasteena. Joukkoistaminen ja älypuhelimien kautta toteutettava sekä aktiivinen että passiivinen tiedonkeruu koettiin yhteisesti menetelminä, joita pyöräilyverkostotiedon tietomallin kohdalla voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa.

Tietomallin ominaisuustietojen kohdalla vastaukset vaihtelivat melko laajasti riippuen vastaajan roolista tiedon tuottajana tai hyödyntäjänä. Paikallisesti tiedon hyödyntäjät kokivat, että kaavoituksen ja liikennesuunnittelun tukena tulisi olla reititettävä aineisto, jossa olisi kattavasti eri ominaisuustietoja analyysien varalle. Valtakunnallisesti ensisijaisena tarpeena koettiin topologisesti eheän geometriatiedon varmistaminen ja ominaisuustiedoille ei tulisi tietomallin laatimisen alkuvaiheessa esittää korkeita vaatimuksia. Ominaisuustiedoista väylästä hierarkialuokat, toiminnallinen luokka, väylätyyppi sekä väylän pintamateriaali nimettiin toistuvasti olennaisina ominaisuustietoina. Muita toistuvasti nimettyjä ominaisuustietoja olivat väylän poikkileikkaus, väylän leveys, suojatiet, liikennevalot, ehdolliset yksisuuntaisuudet, hidastepisteet, valaistus, väylän kunto, liikennemäärät, viihtyisyysluokittelu, kausittaiset reitit sekä jalkakäytävät.

Hierarkialuokittelun osalta vastauksissa mainittiin toistuvasti Kävelyn ja pyöräilyn suunnitteluohjelman (Liikennevirasto 2012) mukaiset luokat: seudulliset pääreitit, alueelliset pääreitit, alueelliset reitit ja lähireitit. Kansallisesti tarkasteltuna lähtökohtana pidettiin riittävän jaottelua kahteen hierarkialuokkaan, virallisiin pyöräilyreitteihin sekä muihin liikenneväyliin, joita pitkin voi pyöräillä. Muita mainittuja luokkia olivat yhdistävä luokka (pyöräreitin ja ajoradan välille, jalkakäytävät, puistotiet, polut ja muut reitit (epäviralliset reitit). Hierarkialuokkien tarkastelu yhdistettiin useassa tapauksessa kunnossapitoluokan määrittelyyn väylien ominaisuustietona.

Geometriatarkkuuden määrittely vastaajien kesken määräytyi melko selkeästi vastaajan työnkuvan ja tiedon hyödyntämisenäkökulman mukaan. Suunnittelun tai kaavoituksen näkökulmasta geometriatiedolla annettiin tarkempi vaatimus, kun taas loppukäyttäjän näkökulmasta tarkasteltuna geometriatarkkuutta ei pidetty tärkeänä. Jälkimmäisessä tapauksessa vastaajat nimesivät verkoston topologisen eheyden tärkeämpänä tekijänä. Tässä yhteydessä eri kulkumuotojen väylien erottaminen mainittiin tarkkuusvaatimuksena.

Päivityksen ja elinkaarisääntöjen kohdalla vastaajat nimesivät geometriakohteiden päivityksen ja elinkaarisääntöjen määrittelyn ensisijaisesti huomioitavana pyöräilyverkoston tietomallin suunnittelussa. Suunnittelussa tulisi vastaajien mukaan huomioida vanhojen kohteiden poistaminen tai muokkaaminen ja uusien kohteiden lisääminen suunnittelutietojen perusteella. Tulevaisuudessa koettiin tärkeäksi, että tietomalliin olisi mahdollista päivittää dynaamista tietoa työmaista ja tietöistä, reittien kunnossapidosta, käyttäjämääristä, puutteista ja korjattavista kohteista sekä erilaisista kielloista pyöräilyyn liittyen.

Jatkojalostajien tarpeiden kohdalla kaupunkisuunnitteluun, maankäytön suunnitteluun sekä liikennesuunnitteluun liittyvät tarpeet nousivat esille etenkin paikallisten toimijoiden haastatteluissa. Yhteisenä tekijänä koettiin, että reitittävä ja kattava pyöräilyverkoston aineisto mahdollistaisi erilaisia verkkotarkastelujen, saavutettavuusanalyysien sekä liikenteen mallintamisen paikallisella ja seudullisella tasolla esimerkiksi kaavoituksen tueksi. Myös pyöräpysäköinnin suunnittelu, työmatkaliikenteen mallintaminen pyöräilyverkkoon, pyöräilyreittivaihtoehtojen vertailu kaavoituksessa sekä tarkempien pyöräilykarttojen toteuttaminen mainittiin tietomalliin pohjautuvina mahdollisuuksina pyöräilyn paikallisen ja seudulliseen kehittämiseen. Avoin data, rajapinnat ja ladattavissa oleva pyöräilyverkstodata koettiin mahdollisuuksina tässä yhteydessä.

Loppukäyttäjien tarpeita pohtiessa vastaajat nimesivät laajasti eri tarpeita, joihin liittyvää tietoa tulisi heidän mielestään sisällyttää pyöräilyverkoston tietomalliin toteutuksen eri vaiheissa. Ensisijaisena tarpeena mainittiin reititystarkastelut eli käyttäjien mahdollisuus tarkastella eri reittivaihtoehtoja esimerkiksi reittiopassovelluksen kautta. Eri pyöräilijäryhmien (työmatkapyöräilijä, aktiivipyöräilijä, harrastepyöräilijä, virkistyspyöräilijä, pyörämatkailija) tarpeet koettiin erilaisiksi mutta reititys koettiin ensisijaisena ja yhteisenä tarpeena eri käyttäjäryhmille. Myös pyörävylien kuntoon, valaistukseen, pintamateriaaleihin, sujuvuuteen, viihtyvyyteen sekä matkaketjujen muodostamiseen liittyvät tarpeet tulivat esille vastauksissa. Eri kulkumuotojen yhdistämiseen liittyen matkaketjut, multimodaalisuus, pyöräpysäköintien sijainti, liityntäpysäkkien sijainti ja sekaliikenteen huomioiminen koettiin käyttäjien kannalta tärkeinä. Verkoston muutokset nimettiin myös käyttäjien kannalta tärkeinä muutoskohteina. Tulevaisuuden ratkaisujen kohdalla erilaiset sovellukset, karttapalvelut ja pyöräilynavigaattorit mainittiin palveluina, joiden kehittämistä tietomallin tulisi palvella.

Pyöräilyverkstotiedon järjestämisen, hankkimisen ja kansallisen yhteensovittamisen kohdalla vastaajat nimesivät haasteena tiedon hajanaisuuden, erilaisten kuntakohtaisten käytäntöjen kirjavuuden, yhteisten standardien puuttumisen sekä kansallisen tietomallin puuttumisen suurimpina haasteina. Paikallisesti reititettävän aineiston puute ja ominaisuustietojen hajanaisuus koettiin haasteina tiedon yhteiskäytön kannalta tarkasteltuna. Useat vastaajista kokivat, että Digiroad voisi tulevaisuudessa toimia alustana myös pyöräilyverkstontiedon kansalliselle kokoamiselle. Muut tietolähteet, kuten OSM ja joukkoistaminen voisivat palvella pyöräilyverkoston tietomallin tiedonkeruuta sekä päivittämistä. Mainittiin, että kunnat voisivat ottaa tulevaisuudessa aktiivisen roolia esimerkiksi joukkoistamisen ohjaamisessa. Kansallisesti koettiin, että pyöräilyverkoston tietomallin laatimisessa tulisi aloittaa minimivaatimuksista eli huolehtia ensisijaisesti topologisesti eheän verkoston muodostamisesta ja sen jälkeen koota ominaisuustietoja tietomalliin vaiheittain.

5 Tietomallin toteuttaminen ja tietokannan ylläpito

Tässä luvussa esitellään tietomallin suunnittelun vaiheet toimeksiantajan kanssa käydyn määrittelyn sekä työn teoriataustassa kerätyn tutkimustiedon perusteella. Työn selvityksen ja haastattelujen perusteella määritellään potentiaaliset tietolähteet ja toteutetaan rajaustietomallin toteutuksen ensimmäisessä vaiheessa hyödynnettävistä tietolähteistä. Tietokannan rakenne ja eri vaiheissa tietomallissa huomioitavat ominaisuustiedot määritellään tässä luvussa. Myös ylläpitoprosessin keskeiset osa-alueet ja elinkaarisäännöt esitellään tässä luvussa.

5.1 Käsitemallin vaiheet ja käsitteiden luokittelu

Tämän työn tietomallin toteutuksessa huomioitavat paikkatietokohteet ja niiden keskeisimmät ominaisuustiedot on määritelty ja rajattu asiantuntijahaastattelujen tulosten sekä muun teoriataustan perusteella. Käsitteanalyysissä määritetään laajemmalla tasolla, mistä tietokohteista pyöräilyverkosto koostuu ja mitä väyliä kuvaavia tietoja tietokohteista on olennaista tallentaa. Tämän työn käsitteanalyysissä käsitteisiin/termeihin sisältyy myös tietokohteita kuvaavia ominaisuustietoja sekä niiden luokitteluja. Ensisijaisesti määrittämisessä laatimisessa on hyödynnetty taulukkoa (liite 4), jossa määritellään tietomallissa huomioitavat keskeiset tiedot asiantuntijahaastattelujen perusteella. Tämän yhteenvedon perusteella määritellään tietokannan suunnittelussa hyödynnettävät keskeiset käsitteet ja ominaisuustiedot, paikkatietokohteita koskevat elinkaarisäännöt sekä tietokannan toteutuksen vaihteellisuus neljässä eri vaiheessa.

Asiantuntijahaastattelujen tulosten analysoinnin kolmannessa vaiheessa laadittuun taulukoon koottiin pyöräilyverkostoa ja siihen liittyviä tietokohteita, ominaisuustietoja ja tietoon liittyviä tarpeita kuvaavia käsitteitä/termejä haastattelujen edellisten vaiheiden luokittelun tuloksista. Käsitteet/termit liittyvät seuraaviin pyöräilyverkostoa ja sen tietokohteita määrittäviin teemoihin:

- tietolähteet
- ominaisuustiedot
- hierarkialuokat
- geometriatarkkuus
- päivityskohteet / elinkaarisäännöt
- tiedon jatkojalostajan tarpeet
- tiedon loppukäyttäjän tarpeet.

Taulukossa eri teemat on kuvattu eri värein ja jokaisen teeman kohdalla määriteltiin taulukoon neljä eri vaihetta, joiden mukaan pyöräilyverkostoa koskeva tietomalli toteutetaan ja tietokannan tietosisältöä täydennetään. Tämä työ kattaa taulukon ensimmäisen vaiheen mukaisen määrittelyn. Käsitteanalyysin ensimmäisessä vaiheessa kaikki ristiintaulukoinnista poimitut käsitteet/termit luokiteltiin ensimmäiseen vaiheeseen. Tässä vaiheessa käsitteitä oli yhteensä 154 kappaletta, kun toisteiset tai samaa tarkoittavat käsitteet oli poistettu. Jokainen käsite/termi kirjattiin erikseen käsitteen teeman väriä vastaavalle post-it lapulle ja nämä laput jaoteltiin teemojen mukaan seinälle vaihetta 1 kuvaavan taulukon (liite 4) perusteella (kuva 7).



Kuva 7 Käsiteanalyysin ensimmäinen vaihe.

Käsiteanalyysin seuraavassa vaiheessa käsitteet/termit jaettiin neljän eri vaiheen alle hahmotelmana tietomallin toteuttamisen vaiheittaisuudesta. Tässä vaiheessa huomioitiin toimeksiantajan kommentit ja näkemykset eri vaiheista sekä työn muu teoriatausta. Haastattelujen perusteella kartoitettuja käsitteitä/termejä täydennettiin luvun kaksi aineistokartoituksessa taulukoitujen käsitteiden perusteella. Eri teemojen käsitteiden luokittelussa huomioitiin muiden teemojen käsitteiden vaikutus kyseiseen luokkaan. Koska haastattelujen perusteella ensisijaiseksi yhteiseksi tarpeeksi nousi esille tarve kattavalle, topologisesti eheälle reitittävälle aineistolle sekä jatkojalostajien että loppukäyttäjien tarpeiden mukaan, pyrittiin työn ensimmäisen vaiheen käsitteiden luokittelussa huomioimaan tämä vaatimus. Työn muut vaiheet määriteltiin sen perusteella, mitä tekninen toteutus eri vaiheissa mahdollistaa sekä haastattelujen ajallisten teemojen perusteella esille tulleet näkemykset ja tarpeet aineiston hyödynnettävyyteen liittyen. Toisen vaiheen jaottelu lopputulos on esitetty liitteessä 5 ja kuvassa 8.



Kuva 8 Käsiteanalyysin toinen vaihe.

Käsiteanalyysin kolmas vaihe toteutettiin yhdessä toimeksiantajan kanssa. Vaiheen 2 lopputulosta muokattiin toimeksiantajan näkemysten ja toiveiden mukaan sekä yhteisen keskustelun

lun perusteella. Tässä vaiheessa huomioitiin myös tämän työn laajuus sekä käytettävissä olevat ajalliset ja muut resurssit työn toteuttamiseen. Tämän työn käytännön toteutuksessa huomioitavat käsitteet ja tavoitteet vastaavat käsiteanalyysin kolmannen vaiheen yhteydessä toteutettua määritelyä (liite 5, vaihe1). Käsiteanalyysin vaiheiden 2-4 tulokset raportoidaan tämän työn yhteydessä toimeksiantajalle pyöräilyverkoston tietomallin kehittämisen ja ylläpidon suositukseksi toteutettavaksi toimeksiantajan itse määrittämässä aikataulussa.

Käsiteanalyysin kolmannen vaiheen perusteella pyöräilyverkoston tietomallin toteutuksen ensimmäisessä vaiheessa huomioidaan seuraavat käsitteet ja vaatimukset:

- **tietolähteet:** Kuntien omat (Tampereella IRIS-järjestelmän) väylätiedot, Digiroad, Talli 2015-hankkeessa muodostettu verkosto (tarvittaessa: Ely-väylät, maastotietokanta, maastomittaukset, kantakartta, kartanpiirtotyö, ilmakuvat)
- **ominaisuustiedot:** toiminnallinen luokka (pääreitti, aluereitti, paikallisreitti, muu), kunnossapitoluokka, suojatie, alikulku, ylikulku, väylätyyppi (yhdistetty kävely- ja pyörätie, eroteltu kävely- ja pyörätie, pyöräkaista, erillinen pyörätie, pyöräily ajoradalla, (jalkakäytävä, kävelykatu), väylän pituus, reititettävyyssi-tieto, suunnitellut väylät
- **hierarkialuokat:** seudullinen pääverkko, pääverkko, alueverkko, paikallisverkko, muu (ajoradat)
- **geometriatarkkuus:** loppukäyttäjän tarve, jatkojalostajan (esim. suunnittelijan) tarve
- **päivityskohteet:** geometrian muutos, elinkaarisäännöt, ominaisuustietojen muutoksen vaikutus paikkatietokohteen olemassaoloon / versiotunnisteseen
- **tiedon jatkojalostajan tarpeet:** kaavahankkeet, verkkotarkastelut, uusien asuinalueiden mallintaminen, pyöräilyverkko, työmatkaliikenteen mallintaminen pyöräverkkoon, reittivaihtoehtojen vertailu kaavoituksessa, pyöräilykartat, selvitykset, yksilöivät tunnukset, koontitietokanta
- **tiedon loppukäyttäjien tarpeet:** uudet väylät, poistuvat väylät, reittiopas, reititys, karttapalvelu, eri pyöräilijäryhmät (työmatkapyöräilijä, aktiivipyöräilijä, harrastepyöräilijä, virkistyspyöräilijä, pyörämatkailija), sekaliikenne.

5.2 Kartoitetut vaihtoehdot aineistolähteiksi

Asiantuntijahaastattelujen ja työn ensimmäisessä vaiheessa toteutettujen selvitysten perusteella tietomallissa hyödynnettävät potentiaaliset väylätietojen lähdeaineistot ja pyöräilyverkoston koostamisvaihtoehdot rajattiin kolmeen eri vaihtoehtoon.

Ensimmäinen vaihtoehto oli Tampereen seudullinen liikennemalli TALLI 2015-hankkeen yhteydessä muodostettu aineisto, jota hyödynnettiin selvityksessä polkupyöräliikenteen verkkokuvauksen toteuttamisessa (Tampereen teknillinen yliopisto 2015). Tässä tapauksessa aineisto oli muodostettu Digiroad-aineiston (2014) ja Tampereen kaupungin pyöräilyverkkoaineiston (Tampereen kaupunki 2014) avulla kuvaamaan pyöräiltävää tie- ja katuverkkoa vuonna 2014. Aineiston väylien luokittelu on toteutettu osittain Digiroadin väyläluokittelun ja osittain aineiston toteuttajan oman luokittelun mukaan. Koska aineiston ensi-

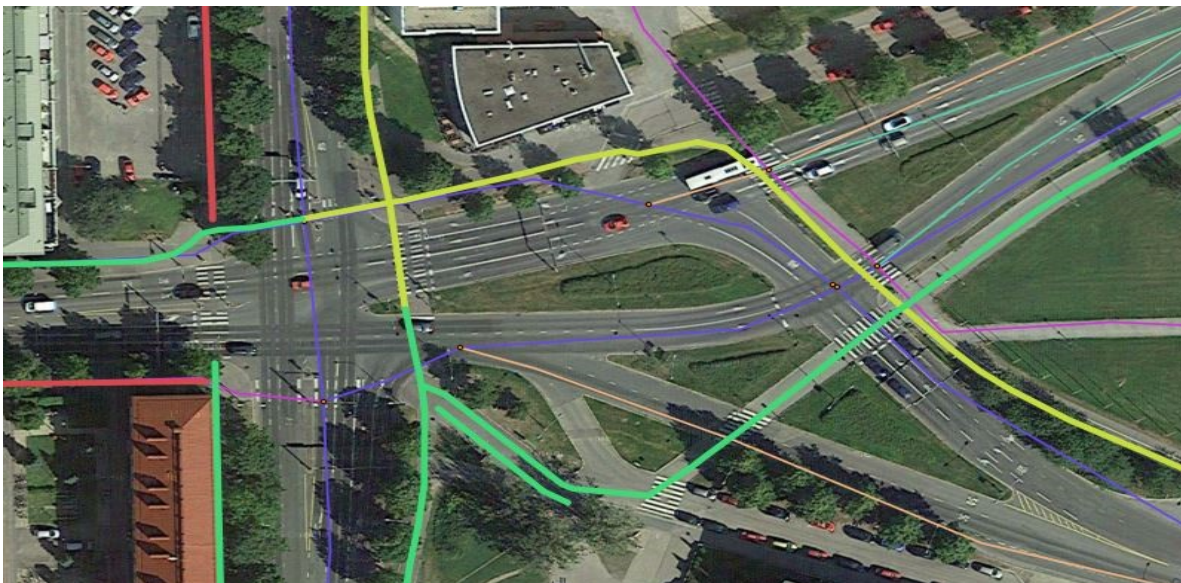
sijainen tarkoitus on toteuttaa verkostanalyysijä laajemmalla alueella, oli aineistosta poistettu niin sanottuja kilpailevia väyliä (vierekkäinen katu ja pyörätie). Aineisto ei sisällä jalkakäytäviä tai tietoa suojateistä.

Toinen vaihtoehto rajattiin edellisen aineiston muodostamisen periaatteiden mukaan. Tässä vaihtoehdossa Digiroad-aineisto ja Tampereen kaupungin pyöräverkkoaineisto yhdistettäisiin siten, että kaikki väylät huomioitaisiin ja verkosto muodostettaisiin näiden aineistojen avulla. Digiroad toimisi tässä vaihtoehdossa ensisijaisena tietolähteenä. Väylien luokittelu toteutettaisiin itse tämän työn määrittelyn mukaisesti. Suojateiden ja jalkakäytävien lisääminen aineistoon tulisi toteuttaa tässä vaihtoehdossa manuaalisesti tai osittain automaattisesti. Tässä vaihtoehdossa verkoston muodostaminen vaatii yllä mainittujen aineistojen yhdistämisen topologisesti yhtenäiseksi verkostoksi sekä ominaisuustietojen luokittelun työn mallin perusteella.

Kolmas vaihtoehto on muodostaa aineisto Tampereen kaupungin (ja myöhemmässä vaiheessa ympäryskuntien) omista lähteistä siten, että väylätiedon kerättäisiin järjestelmästä, jossa niitä ylläpidetään. Myös tässä vaihtoehdossa Digiroad-aineistoa voitaisiin hyödyntää katujen ja muun tiestön osalta. Tampereen kaupungin alueen väylätietoja hallitaan ja ylläpidetään IRIS-infraomaisuuden hallintajärjestelmässä, josta on saatavilla väylätiedot kaduista, jalkakäytävistä ja kevyen liikenteen väylistä. Järjestelmään on tallennettu laajasti väyläkohtaisia ominaisuustietoja ja linkit on yksilöity omalla Id-tunnuksella. Tiedot uusista väylistä tai muutokset olemassa oleviin väyliin tallennetaan tähän järjestelmään. Linkit eivät muodosta yhtenäistä verkostoa, koska järjestelmän väylätietoja käytetään väylien kunnossapitoon liittyvässä urakkalaskennassa.

5.2.2 Aineistojen vertailu ja tietolähteiden valinta

Edellisessä alaluvussa esitellyistä vaihtoehdoista TALLI-hankkeen aineisto on ainoa, joka muodostaa topologisesti eheän verkoston. Tämä aineisto on muodostettu saavutettavuusanalyysien toteuttamisen tueksi ja puutteena aineistossa on karsittujen väylien, suojateiden sekä jalkakäytävien puuttuminen. Myös katujen ja kevyen liikenteen väylien risteyskohtien yhdistäminen on toteutettu siten, että aineisto vaatisi paljon käsin toteutettavaa muokkauksista (kuva 9, paksummat viivat vertailukohteena Tampereen pyörätiet aineistosta, ohuemmat Talli-aineiston linkkejä), jotta esimerkiksi katujen ja kevyen liikenteen väylien risteyskohdat sekä suojateiden yhdistäminen voitaisiin toteuttaa. Aineiston linkkien pituus ei myöskään kaikissa tapauksissa noudata risteysväliä. Koska tietomallia ja väylien ominaisuustietoja pyrittäisiin jatkossa päivittämään suoraan kaupungin reksiteristä, tämän aineiston linkit eivät vastaa tätä tarvetta omine luokitteluineen. Aineisto ei ole ajantasainen vaan kuvaa vuoden 2014 tilannetta.



Kuva 9 Talli 2015-hankkeen aineiston tarkastelu risteyskohdassa (Aineisto: TALLI-hanke, taustakartta © Google Maps)

Toinen vaihtoehto mukailee edellä esiteltyä vaihtoehtoa. Tässä vaihtoehdossa Digiroad-aineisto muodostaisi ensisijaisen katu- ja tieverkostoa kuvaavan verkoston, johon tämän työn tavoitteiden mukaisesti täytyisi yhdistää kevyen liikenteen väylät, jalkakäytävät ja suojatiet. Tämä vaihtoehto vaatisi Digiroad-aineiston kevyen väylien täydentämisen ja uudelleenluokittelu sekä muiden väylätyyppien yhdistämisen Digiroad-verkostoon joko käsin tai automaattisesti. Tämän jälkeen verkoston tulisi muodostaa uudestaan siten, että eri väylätyypit yhdistyisivät Digiroad-verkostoon luontevasti. Tässä tapauksessa Digiroadin tietomallin piirteet asettavat haasteita verkoston yhdistämiselle.

Kolmannessa vaihtoehdossa aineiston muodostaminen toteutettaisiin suoraan kunnan omien (Tampereen kohdalla IRIS-järjestelmästä saatavien) väylätietojen perusteella ja tarvittaessa katujen ja muun tiestön osalta verkoston muodostamisessa hyödynnettäisiin Digiroad-geometroita. Tämä aineisto sisältää edellisiin aineistoihin verrattuna suoraan tiedon kaikista tarvittavista väylätyypeistä ja ominaisuustietojen luokittelu vastaa työn suositusta esimerkiksi väylätyyppien ja toiminnallisen luokan luokittelusta. Suojateiden yhdistäminen tässä vaihtoehdossa on suoraviivaisempaa, koska suojatiet yhdistetään poikkeuksetta kadun yli jalkakäytävästä tai kevyen liikenteen väylästä toiseen. Tässä vaihtoehdossa linkit eivät muodosta topologisesti eheää verkostoa, joten eri linkkien yhdistäminen toisiinsa täytyisi toteuttaa käsin tai automatisoidusti. Tietomallin ylläpitämisen ja elinkaarisääntöjen kannalta tämä vaihtoehto on paras, koska väylien muutoksen ja ominaisuustiedot voidaan yhdistää tietomallissa IRIS-järjestelmästä linkkien Id-tunnuksen perusteella. Myös uudet väylät on mahdollista päivittää suoraan IRIS-järjestelmästä Tampereen kaupungin kohdalla ja muista kunnallisista järjestelmistä tarvittaessa kuntakohtaisen tunnuksen avulla.

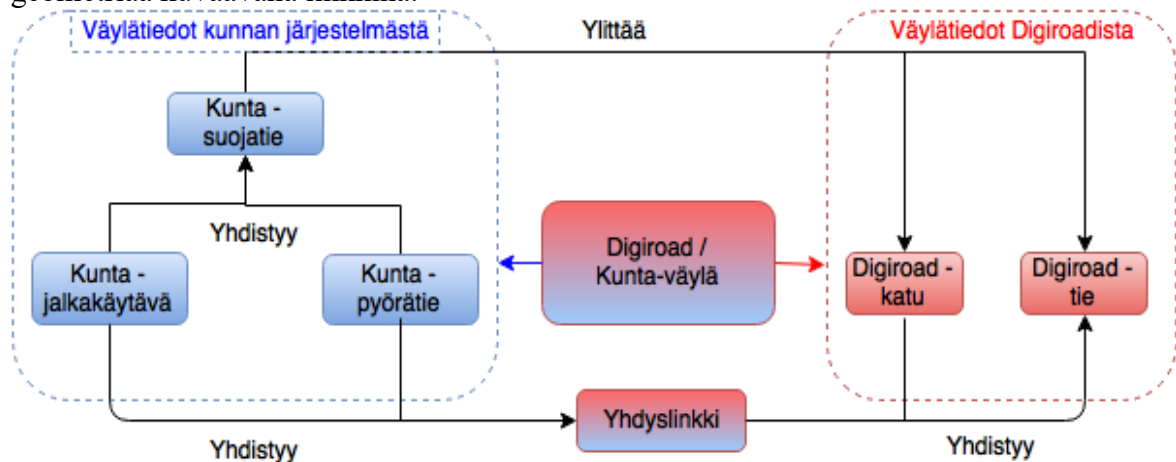
Pyöräilyverkoston muodostamista edellä esiteltyjen aineistojen perusteella tarkasteltiin ja vertailtiin työn edetessä. Tämän vertailun, verkoston muodostamisen testauksen ja toimeksiantajan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella tämän työn toteutuksessa tietomalliin päätettiin hyödyntää tietolähteet vaihtoehdon kolme perusteella. Tässä vaihtoehdossa jalkakäytävien ja pyöräteiden geometriatiedot saadaan tietomalliin suoraan kaupunkien / kuntien

omista rekistereistä sekä katujen ja muun tiestön osalta Digiroadin tietomallista koko seudun kattavasti. Digiroadin katuja ja tiestöä voidaan hyödyntää aineistona koko Tampereen seudun alueelta, mikä helpottaa tietomallin ylläpitoa sekä kuntien aineistojen toimittamista. Verkoston muodostamiseen voidaan vaikuttaa alusta saakka ja eri väylien väliset siirtymät voidaan huomioida jo verkoston muodostamisen yhteydessä. Näitä siirtymiä ovat esimerkiksi tarve siirtyä pyörätieltä ajoradalle esimerkiksi pyörätien päättyessä tai suojatien kohdalla. Laadittu verkosto vastaa periaatteiltaan Helsingin kaupungin liikenneväylät-aineiston toteutusmallia. Verkoston muodostamisen periaatteet on esitelty yksityiskohtaisesti tietojen tallentamista ja muokkaamista käsittelevässä alaluvussa.

5.3 Pyöräilyverkoston käsitelmä

Käsiteanalyysin ja pyöräilyverkoston väylätietojen tietolähteiden määrittelyn perusteella laaditaan käsitelmä, joka kuvaa tietokohteiden välisiä suhteita abstraktiotasolla. Tämän työn määritelmän mukaan pyöräilyverkosto muodostuu pyöräteistä, jalkakäytävistä, kaduista ja muusta tiestöstä sekä eri väylätyyppejä yhdistävistä suojateistä, pyörätien jatkeista sekä yhdyslinkeistä. Näiden väylien tiedot tallennetaan tietokantaan linkkeinä, jotka kohtaa- vat yhteisissä solmupisteissä. Koska hyödynnettäviä tietolähteitä tämän työn toteutuksen ensimmäisessä vaiheessa on kaksi, käsitellään käsitelmässä väylätietoja kahtena eri kokonaisuutena, kunnallisina väylinä sekä Digiroad-väylinä. Topologisesti eheän verkoston muodostaminen vaatii, että tietomallissa linkkien yhdistymiselle määritetään säännöt, jonka perustella väylätietoja tallennetaan ja muokataan. Työn ensimmäisessä vaiheessa linkeistä tallennetaan sijainti- ja geometriatieto ja tietoa solmupisteistä ei tallenneta erikseen. Topologinen tallennusmuoto voidaan huomioida tietomallin tulevaisissa kehitysvaiheissa.

Käsitelmä on esitetty kuvassa 10. Digiroadista saatava katu- ja tiestö muodostavat verkoston, johon kunnallisista väylätiedoista pyörätiet, jalkakäytävät ja suojatiet yhdistyvät. Yhdistymiseen käytetään tarvittaessa yhdyslinkki- linkkityyppiä tapauksissa, jossa väylien välillä on kulkuyhteys. Suojatiet ylittävät katu- ja tieverkoston ja yhdistävät kadun ja tien molemmiin puoliin kulkevat jalkakäytävät ja/tai pyörätiet. Linkkien pituus katujen ja jalkakäytävien (paitsi puistoissa kulkevat väylät) kohdalla on pääsääntöisesti risteys- tai korttelinväli, pyöräteiden kohdalla pituudet vaihtelevat. Jokainen väylä tallennetaan väylän keskilinja-geometriaa kuvaavana linkkinä.



Kuva 10 Pyöräilyverkoston käsitelmä

5.4 Verkoston muodostamisen testaus

Pyöräilyverkoston muodostamista testattiin tässä työssä QGIS- ja ArcMap-ohjelmistojen avulla edellä esitellyn käsitemallin periaatteiden mukaisesti. Tietokannan hallinta ja ylläpito toteutetaan jatkossa QGIS-ohjelmiston sekä PostgreSQL/PostGIS-tietokannan hallintajärjestelmän avulla, joiden soveltuvuutta ylläpitoon testattiin myös verkoston muodostamisen yhteydessä. QGIS- ja PostgreSQL-järjestelmiä testattiin työn toteutushetkellä Tampereen kaupungilla myös muissa projekteissa, jonka perusteella ne valittiin myös tämän työn toteutukseen ja tietokannan ylläpitoon jatkossa.

Työn tässä vaiheessa testattiin pyöräilyverkoston muodostamista tietomallin määrittelyn mukaisesti lähtöaineistojen perusteella sekä automaattisesti että manuaalisesti digitoimalla. Verkoston muodostamista automaattisesti testattiin muun muassa QGIS:n vclean algoritmin sekä ArcMapin Snap, Extend Line ja Geometric Network-työkalujen avulla. Nämä työkalut mahdollistavat viivamuotoisten geometrioiden yhdistämisen topologisesti eheäksi verkostoksi käyttäjän määrittämien sääntöjen ja etäisyystoleranssien mukaan. Koska lähtöaineistojen linkkien määrä on suuri ja linkkien yhdistämiseen liittyy useita poikkeussääntöjä, eri testien tuloksena muodostettu verkosto sisälsi paljon virheitä ja vaatii siten manuaalista muokkaamista. Myös Tampereen kunnallisessa väyläaineistossa (IRIS-järjestelmästä) yhdistettävien linkkien päätepisteiden keskinäiset etäisyydet vaihtelivat suuresti (jopa 10m), joten automaattisen yhdistämisen etäisyystoleranssien määrittäminen oli haastavaa.

Verkoston muodostamista digitoimalla testattiin koealueella, joka kattaa Tampereen keskustan. Testaus toteutettiin Tampereen kaupungin kunnallisella aineistolla ja kunnalliset väylätiedot tuotiin keskilinjageometrioina IRIS-järjestelmästä .tab-tiedostona QGIS-ohjelmistoon. Aineisto muutettiin shapefile-muotoon ja vietiin PostgreSQL/PostGIS-testitietokantaan viivamaisina kohteina (linstring). Aineistoon digitoitiin koealueelle suojatiet sekä väyliä yhdistävät yhdyslinkit ilmakuvien perusteella. Digitoinnin testauksessa pyrittiin määrittämään säännöt, jolla eri väylätyyppi (pyörätiet, jalkakäytävät, kadut, suojatiet ja yhdyslinkit) yhdistetään verkostoksi risteyskohdissa ja muualla aineistossa. Koealueen digitoinnin jälkeen verkoston topologista eheyttä tarkastettiin ja testattiin QGIS:n ja ArcMapin työkalujen (QGIS vclean-algoritmi, ArcMap Network Topology) avulla. Koealueella toteutettiin reititusanalyysijä QGIS:n Road Graph-liitännäisen sekä ArcMapin Network Analyst-työkalujen avulla eri risteyskohdissa verkoston toimivuuden testaamiseksi.

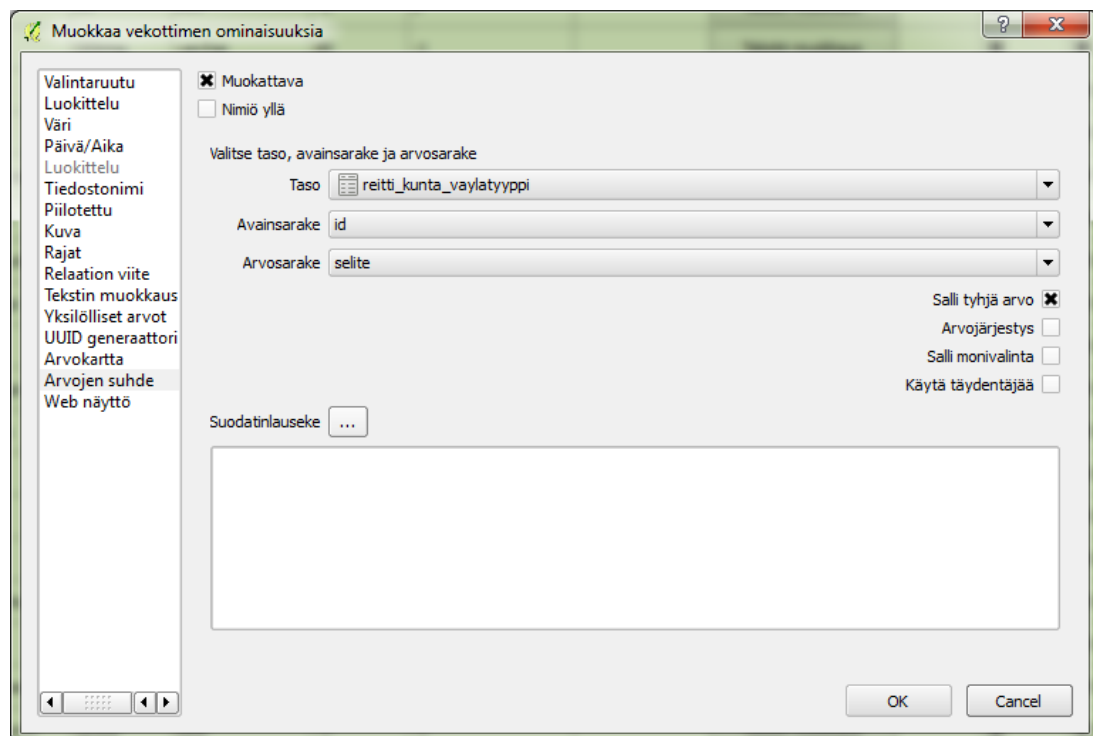
Eri menetelmien testauksen perusteella päätettiin, että myös riittävän geometriatarkkuuden ja verkoston oikeellisuuden varmistamiseksi linkkien muokkaus ja tallentaminen toteutetaan digitoimalla. Jatkossa tietomallin ylläpito ja kohteiden käsittely voidaan toteuttaa QGIS-karttanäkymän avulla digitoinnin ohjeistuksen ja elinkaarisääntöjen mukaan.

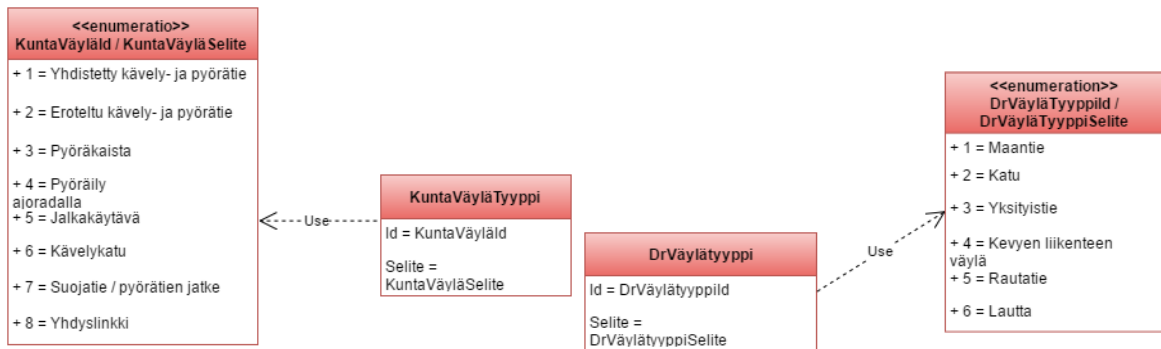
5.5 Tietokannan kuvaus ja tietokohteiden ominaisuustiedot

Tietokanta toteutetaan käsitemallinnuksen ja edellisessä alaluvussa esitetyn aineistorajauksen perusteella siten, että väylätiedot koostuvat kahdesta eri päälähteestä: kunnallisista väylätiedosta (pyörätiet, jalkakäytävät, suojatiet) sekä koko seudun kattavista Digiroad-väylätiedoista (kadut ja muu tiestö). Aineiston muokkaaminen eheäksi verkostoksi toteutetaan muokkaamalla tietokantaan tallennettuja geometrioita. Geometrioihin liitetyt attribuutit luokitellaan kunnallisten väylien osalta tämän työn määritelmän mukaan. Digiroad-väylätietojen luokittelusta tiettyjä attribuutteja hyödynnetään sellaisenaan.

Pyöräilyverkoston väylätietojen tallennus ja ylläpito toteutetaan PostgreSQL/PostGIS-tietokantaan pgAdminIII-tietokannanhallintatyökalujen sekä QGIS-ohjelmiston avulla. Uusien väylien tiedot tallennetaan tietokantaan QGIS-ohjelmiston digitointityökalujen avulla karttanäkymän ja tukiaineistojen avulla. Digiroad-väylätiedot katujen ja tiestön osalta sekä kunnalliset väylätiedot pyöräteiden, jalkakäytävien ja suojateiden osalta tallennetaan tietokantaan ja väylätietojen hallinta toteutetaan QGIS-ohjelmiston ja DB Manager-liitännäisen avulla. Myös ominaisuustietojen hallinta ja täydentäminen toteutetaan jatkossa tätä kautta. PgAdminin avulla tietokantaan voidaan luoda uusia tauluja, lisätä ja muokata linkkejä sekä ominaisuustietoja, määrittellä taulujen välisten pää- ja viiteavainten käytön sekä poistaa tietoja.

Tietokannan rakenne ja ominaisuustietojen kuvaus sekä luokittelu on kuvattu tarkemmin liitteissä 6 ja 7. Attribuuttien tietotyypit on kuvattu liitteessä 8. Tietokanta koostuu kunnalliset sekä Digiroad- väylätiedot sisältävästä päätaulusta (transaktiotaulu) sekä ominaisuustietojen arvovaihtoehtoja kuvaavista enum-tiluista. Enum-tietotyyppi mahdollistaa attribuuttien koodiarvon ja selitteen arvojen suhteen määrittelyn eli arvovaihtoehtojen kuvaamisen koodien avulla, mikä suoraviivaistaa tietokannan ylläpitoa sekä arvojoukkojen käyttöä QGIS-ohjelmistossa (kuva 11). Tiedon tallentajan on näin mahdollista valita pudotusvalikosta sopiva arvo ja arvojen suhde määrittely luo kohteelle automaattisesti oikean koodin. Tämä yhtenäistää myös kunnallisten väylätietojen ominaisuustiedot Digiroad-väylien attribuuttien kanssa.





Kuva 11 Arvojen suhteen määrittely ja enum-tietotyyppien käyttäminen kunnallisen väylän ja Digiroad väylän väylätyyppi-attribuutille

Väylätiedot tallennetaan viivamaisina kohteina (linestring), jotka on yksilöity järjestelmän sisäisellä yksilöivillä tunnuksilla (uuid, tietokannan pääavain). Jokaiselle kohteelle on määritetty myös tietolähdekohtainen yksilöivä id, kuten kunnalliseen rekisteriin tai Digiroadiin viittaava tunnus. Tietokohteille ja aineistolle haetaan pysyvät yksilöivät tunnukset tietomallin kehitystyön edetessä. Elinkaarisääntöjen hallinnoimiseksi tallennetaan versiotunniste, alkamispäivämäärä, päättymispäivämäärä, luontipäivämäärä, luoja (tiedon lisääjä tietomalliin) muokkauspäivämäärä, muokkaustyyppi ja muokkaaja. Muokkaaja ja muokkauspäivämäärä tallentuvat automaattisesti muokkauksen ajanhetken ja muokkaajan käyttäjätunnuksen perusteella.

Tietokantaan tallennetaan työn ensimmäisessä vaiheessa kunnallisten väylätietojen osalta ominaisuustietoina väylätyyppi, toiminnallinen luokittelu, liikennevirran suunta (jos määritetty/saatavilla pyöriteiden osalta). Digiroadin ominaisuustiedoista tietokantaan tallennetaan väylätyyppi, tie-elementin tyyppi, liikennevirran suunta sekä kuntanumero. Yhteisinä ominaisuustietoina kaikille kohteille on väylän nimi, väylän status, tietolähde ja hallinnoiva taho. SURAVAGE-geometrioista tallennetaan väylän rakentamisen aloittamisen päivämäärä, liikennöitävä-päivämäärä (kun väylä on liikennöitävässä kunnossa) sekä valmistuspäivämäärä. Tieto SURAVAGE-geometrioista saadaan kaavoitusprosessista, katusuunnitelmista sekä valmiiden väylien osalta maastomittauksista.

Tietokannan ylläpito toteutetaan QGIS-ohjelmistolla tietokantayhteyden kautta väylätiedot sisältävään tietokantaan. Tietojen tallennus digitoimalla, kohteiden lisääminen ja poistaminen sekä ominaisuustietojen muokkaus voidaan toteuttaa DB Manager-liitännäisen sekä QGIS-karttanäkymän avulla. Kunnallisten väylätietojen ylläpito hoidetaan kuntien toimesta suoraan tietokantaan ja Tampereen kaupungin väylätietojen ylläpito toteutetaan IRIS-rekisterin avulla. Digiroad-väylien osalta tietolähteenä ylläpidossa on Digiroad. Jatkossa kansallinen maastotietokanta voi toimia rekisterinä katujen ja tiestön osalta. Tietojen tallennuksen peruseriaatteet on määritelty seuraavassa alaluvussa. Tietokannan ylläpitoon vaikuttavat tarkemmat muutostapahtumat ja tietokohteiden elinkaarisäännöt on kuvattu alaluvussa 5.7.2.

5.6 Tiedon muokkaaminen ja tallentaminen

Eri kulkumuotojen (pyöräily, kävely, autoilu) reitittämisen mahdollistava paikkatietoaineisto muodostetaan digitoimalla tässä alaluvussa esitettyjen digitointisääntöjen mukaan

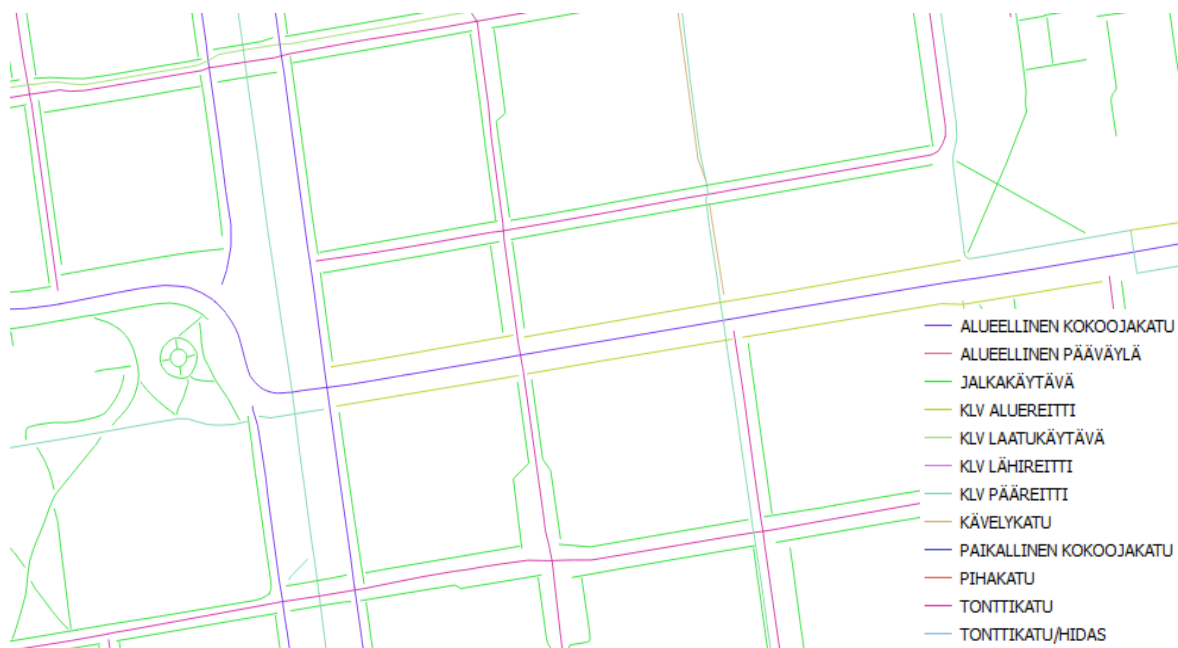
kunnallisen väyläaineiston sekä Digiroad-aineiston avulla. Koska esimerkiksi Tampereen kaupungin väyläaineisto ei muodosta kaikkien väylien osalta yhtenäistä verkostoa eikä sisällä suojatietä, suositellaan linkkien yhdistäminen muodostettavaksi ensisijaisesti digitoimalla verkostoa QGIS-karttanäkymän avulla. Digitointi mahdollistaa tukiaineistoon perustuvan linkkien muokkaamisen sekä yhdistämisen riittävällä geometriatarkkuudella joko ole-massa olevia geometrioita muokkaamalla tai uusia geometrioita linkkejä yhdistäviä yhdys-linkkejä luomalla.

Tavoitteena on muokata aineistoa digitoimalla siten, että eri väylätyyppejä kuvaavat linkit muodostavat eheän verkoston, jossa suojatiet on myös huomioitu. Aineiston ensisijaisena hyödyntämistavoitteena on, että todellista tilannetta kuvaava reititys eri kulkumuodoilla (ensisijaisesti pyöräillen) olisi tämän aineiston avulla mahdollista. Tarvittaessa verkoston muodostamisessa hyödynnetään aiemmin teoriaosiossa esimerkkien yhteydessä mainittua yhdys-linkkiä, jolla eri linkkejä voidaan yhdistää toisiinsa tilanteissa, joissa todellisuudessa on pyöräilyn mahdollistava kulkuyhteys. Työn tässä toteutusvaiheessa tietokantaan tallennetaan tieto väylistä itsenäisinä geometrioina. Työn myöhemmissä vaiheissa on mahdollista tallentaa topologiatieto risteyskohtien sekä väylien alku- ja loppupisteiden noodeista erilliseen tauluun. Tällä tavoin väylätiedot sisältävään tauluun voidaan tallentaa tieto jokaisen linkin alku- ja loppupisteen kattavasta noodista.

Digitointi toteutetaan tässä työssä QGIS-ohjelmistolla PostgreSQL/PostGIS-tietokantaan vietyjen aineistojen avulla. QGIS-digitointityökalut mahdollistavat ns. topologisen editoinnin risteyskohdissa mikä auttaa eri linkkien yhdistämisessä toisiinsa. Topologinen editointi auttaa yhdistämään digitoidessa väylien risteyskohdissa sijaitsevat ns. riippuvat noodit (dangling nodes) joko toisiinsa tai lähimmäisen linkin muuhun osaan käyttäjän määrittämän etäisyystoleranssin mukaan (QGIS Documentation 2.2). Digitoinnin tukimateriaalinen suositellaan hyödynnettäväksi paikkatietoaineistoista ajantasaisia ilmakuvia sekä kantakarttaa. Näiden tulisi vastata tarkkuustasoltaan työn vaatimusta.

5.6.1 Tampereen kunnallisen aineiston kuvaus

Digitoinnin ohjeistus on laadittu Tampereen kaupungin alueen väyläaineiston perusteella ja sitä voidaan soveltaa myös seudun muiden kuntien aineistojen digitoimisessa verkostoon. IRIS-järjestelmästä digitoitavaksi tuotava väyläaineisto koostuu tämän ohjeistuksen kirjoitushetkellä yhteensä 15529 linkistä, jotka kuvaavat katuja (5262 linkkiä), kevyen liikenteen väyliä (4903 linkkiä) sekä jalkakäytäviä (5303 linkkiä, sis. kävelykadut). Väylätyypeiltään väylät on luokiteltu luokituksella katu, kevyen liikenteen väylä (KLV, sama kuin pyörätie) ja tie sekä toiminnallisen luokan mukaan väylät on luokiteltu kuvan 12 mukaisen luokittelun perusteella. Yllä esitellyn luokittelun lisäksi kevyen liikenteen väylät on luokiteltu poikki-leikkaustyyppin mukaan: ajorata, jalkakäytävä, pyöräkaista, pyörätie, eroteltu jk/pp (jalkakäytävä/pyörätie) ja yhdistetty jk/pp.



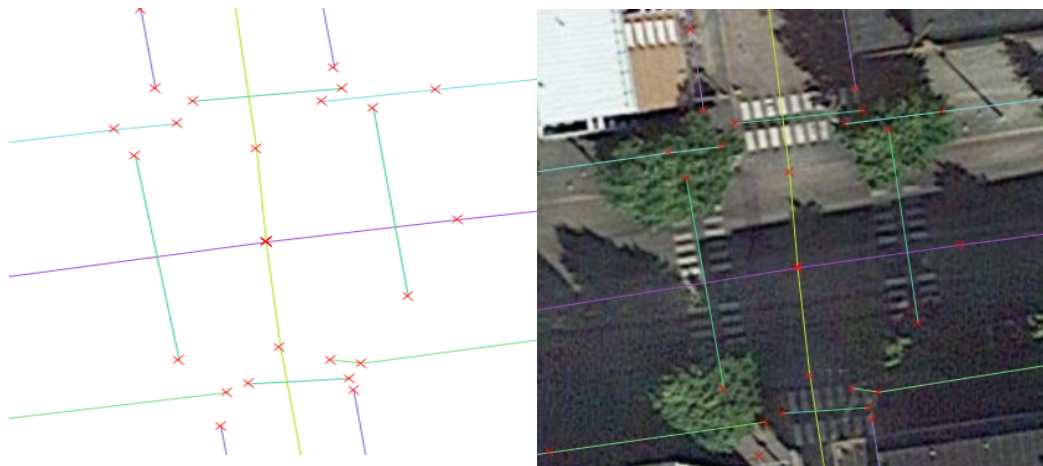
Kuva 12 Tampereen väyläaineisto ja väylien toiminnallinen luokittelu

IRIS-aineistossa liikenneväylät on kuvattu vaihtelevan mittaisina linkkeinä, jotka kuvaavat väylän keskilinjaa. Katujen ja jalkakäytävien kohdalla linkit kuvaavat pääsääntöisesti risteyskohtien välistä (liittymänväli) tai korttelin mittaista osuutta, pyöriteitä kuvaavat linkit vaihtelevat pituudeltaan enemmän. Jokainen väylälinkki on nimetty erikseen ja yksilöity järjestelmässä yksilöivällä tunnuksella (MI_PRINX- sarake ominaisuustiedoissa).

Verkon digitointivaiheessa oleellinen tieto verkoston muodostamiseen saadaan yllä esitellyistä väylätyyppi- ja toiminnallinen luokka-luokittelusta. Nämä luokittelut määrittävät, miten suojatie- ja yhdyslinkit digitoidaan myöhemmin esiteltujen tarkempien sääntöjen mukaan osaksi verkostoa.

5.6.2 Tiedon muokkaamisen ja tallentamisen ohjeistus

Pääsääntönä digitoidessa on, että linkit tulisi yhdistää kohtaamaan yhteisessä solmupisteessä, mikäli todellisuudessa väylien välillä on katkeamaton kulkuyhteys väylän mahdollistavalla kulkumuodolla. Kuva 13 havainnollistaa lähtötilannetta risteyskohdasta, johon on digitoitu suojatiet ilman yhdistämistä muihin linkkeihin.



Kuva 13 Risteyskohdan digitoinnin alkutilanne

Seuraavat pääsäännöt määrittävät tavat, joiden perusteella verkoston risteyskohdat digitoidaan. Tapauskohtaiset säännöt on kuvattu kuvankaappausten avulla liitteessä 9.

5.6.2.1 Pääsäännöt

Lähtökohtana tiedon tallentamiselle ja aineiston digitoinnille on eheän verkoston muodostaminen, jossa liikenneväyliä kuvaavat linkit kohtaavat yhteisissä tiesolmupisteissä. Väylätiedot tallennetaan väylän keskilinjaa kuvaavina linkkeinä, jotka yhdistyvät toisiinsa solmupisteiden (tielinkkien molemmissa päissä olevat noodit) kautta. Digitointivaiheessa sekä linkkien solmupisteitä kuvaavia noodeja että linkin muodon määrittäviä alkuperäisiä digitointipisteitä käsitellään QGIS-ohjelmistossa käytettävällä termillä verteksi, joka erottaa varsinaiset linkkien solmupisteet digitoinnissa hyödynnettävistä linkkien geometrian määrittävistä digitointipisteistä. Alla on kuvattu lyhyesti digitointisäännöissä käytetyt keskeiset termit:

- solmupiste: linkin alku- tai loppupiste (noodi)
- verteksi: linkin muodon määrittävä digitointipiste paikkatietojärjestelmässä (solmupisteet mukaan lukien)
- pseudonoodi: verteksi (tai kohta linkissä solmupisteiden välissä), johon toinen linkki yhdistyy (ei olennainen digitointivaiheessa, käsitellään verteksinä).

Digitoinnissa linkit digitoidaan yhdistymään toisiinsa yllä kuvattujen solmupisteiden tai verteksien kautta seuraavissa alaluvuissa kuvattujen työkalujen ja digitointisääntöjen avulla:

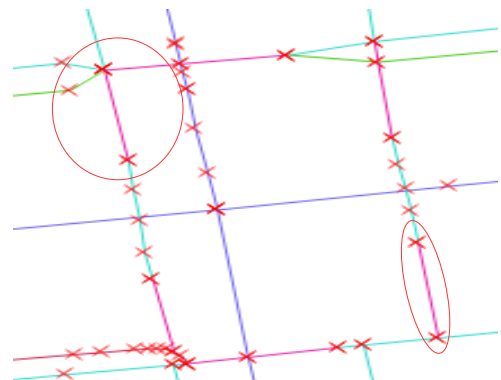
- Jos linkkien solmupisteet kohtaavat, digitoidaan nämä verteksit yhteen muodostamaan yksi solmupiste.
- Jos linkki yhdistyy toiseen solmupisteiden välissä, muodostetaan yhdistymiskohtaan verteksi (tai siirretään olemassa olevaa verteksiä, jos linkin kulku ei muutu merkittävästi).
- Jos linkin solmupiste yhdistyy kahden muun linkin solmupisteisiin, digitoidaan nämä muodostamaan yksi solmupiste (esim. suojatie yhdistetty / eroteltu).
- Jos kaksi linkki risteää, yhdistetään nämä yhteisellä verteksillä siirtämällä olemassa olevia verteksejä tai digitoimalla risteyskohtaan uusi verteksi (paitsi ali- ja ylikulku).

- Ali- ja ylikulkujen kohdalla varmistetaan, että linkit eivät yhdisty verteksillä tai noo-dilla toisiinsa.

5.6.2.2 Suojateiden ja pyörätien jatkeiden digitointi

Suojateita ja pyörätien jatkeita käsitellään tietomallissa muiden väylien tapaan suojatien tai pyörätien jatkeen keskilinjaa kuvaavina geometrioina. Suojatiet ja pyörätien jatkeet digitoidaan pääsääntöisesti kohtisuoraan ajoradan tai tukiaineiston tiedon perusteella ja luokitellaan ominaisuustiedoiltaan alla olevan ohjeistuksen mukaan. Digitoidessa linkit yhdistetään digitoimalla sekä ajoradan molemmin puolin kulkeviin väyliin sekä ajorataan seuraavien sääntöjen mukaan:

- Digitoidaan uusi linkki, luokitellaan kunta_väylätyyppi: Suojatie / Pyörätien jatke; kunta_toim_lk: Suojatie, Suojatie / Pyörätien jatke yhdistetty, Suojatie / Pyörätien jatke eroteltu, Pyörätien jatke.
- Digitoidaan kiinni verteksillä siihen kohtaa jalkakäytävä- tai pyörätie-linkkiä, johon tukiaineiston perusteella / tarkkuudella yhdistyy (kuva 14).
- Jos kyseessä on Suojatie yhdistetty tai eroteltu, digitoidaan jalkakäytä- ja pyörätie-linkin päät yhteen kohdassa, jossa suojatielinkki alkaa, näille yhteinen solmupiste (kuva 14).
- Digitoidaan suojatielinkille ja sen kanssa risteävälle Digiroad-katulinkille yhteinen verteksi (myöhempi reititys).
- Jos pyörätie / kevyen liikenteen väylä jatkuu yhtenäisenä katulinkin yli, katkaistaan tämä linkki (sama IRIS-id (MI_PRINX) säilyy molemmille linkeille) ja kahden linkin väliin digitoidaan suojatie.



Kuva 14 Esimerkki suojateiden / pyörätien jatkeiden digitoinnista risteyskohdasta (suojatie ympyröity)

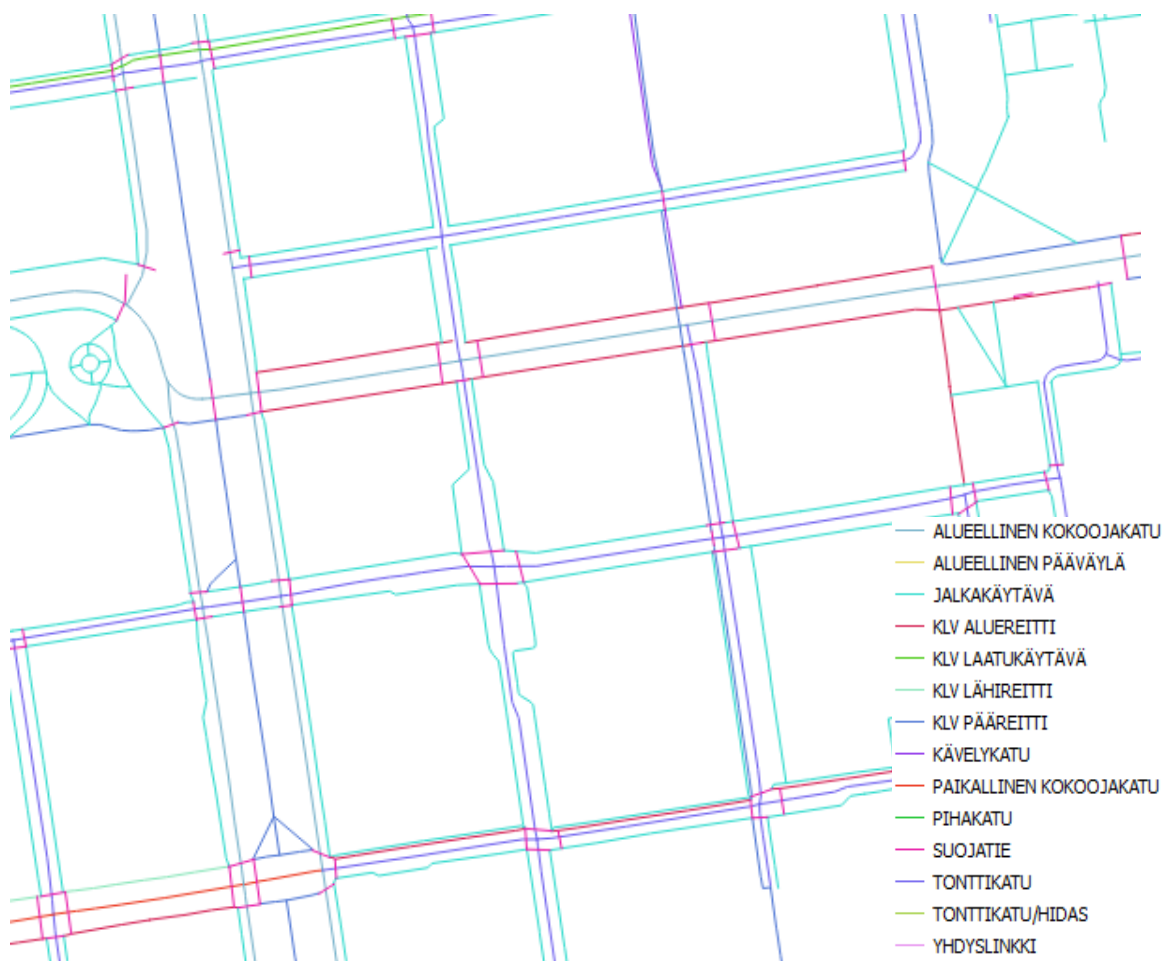
5.6.2.3 Muut säännöt

Nämä säännöt määrittelevät, miten väylät yhdistetään kohdissa, joissa kulkuyhteys todellisuudessa jatkuu. Näissä tapauksissa olemassa olevat linkit yhdistetään muokkaamalla olemassa olevia linkkejä tai digitoimalla uusi yhdyslinkki seuraavien sääntöjen mukaan:

- Jalkakäytävälinkkien solmupisteet digitoidaan yhteen (esim. korttelin kulmat).
- Digitoidaan muut väylät yhteen (joko solmupisteet tai verteksit), jos kulkuyhteys jatkuu kohdassa esimerkiksi puistoissa.
- Digitoidaan muut risteävät linkit yhteen kohdissa, joissa ei yhteistä solmupistettä tai verteksiä (mikäli kyseessä ei ole yli- tai alikulku).

- Mikäli yhdistettävien linkkien välinen etäisyys on suurempi kuin 5 metriä (tai muuten digitoijan oman harkinnan mukaan), digitoidaan näiden linkkien välille uusi linkki.
- Luokitellaan kunta_väylätyyppi: yhdyslinkki; kunta_toimlk: yhdyslinkki ylityskohta, yhdyslinkki ajoradalle tai yhdyslinkki suojatielle.
- Digitoidaan yhdistymään toisiin linkkeihin aiempien sääntöjen mukaan.
- Käyttökohteita: puistokaistaleet, kentät, liikenteenjakajat ja risteyskohdissa yhteys suojatielle.
- Sovelletaan myös tapauksessa, jossa päätyvältä pyörätienlinkiltä yhteys ajoradalle, jossa pyöräily sallittu / yhteys ajoradan yli väylälle, jossa pyöräilyä voi jatkaa.

Koealueelta muodostettu verkosto on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15 Verkoston muodostamisen testaus koealueelta

5.7 Tietokannan ylläpito ja elinkaarisäännöt

5.7.1 Ylläpidon toimintamalli

Pyöräilyverkoston tietomallin ylläpito on jaettu kolmeen eri osa-alueeseen: tietokannan ylläpitoon, pyöräilyverkoston ylläpitoon sekä itse tietomallin ylläpitoon. Tietokannan ylläpito käsittää tietokannan rakenteen hallinnan sekä muokkaamisen kehitystyön edetessä. Pyöräilyverkoston ylläpidolla tarkoitetaan verkoston geometrian sekä ominaisuustietojen täydentämistä työn tulevissa vaiheissa. Tietomallin ylläpitoon kuuluu tietomallin päivittäminen sekä elinkaarisääntöjen tarkistaminen ja muokkaaminen tietomallin kehitystyön edetessä.

Tietokannan ylläpito toteutetaan QGIS-ohjelmiston avulla. Tietokantayhteyden muodostamiseen käytetään DB Manager-liitännäistä ja varsinainen tietokannan ylläpito toteutetaan pgAdmin-tietokantatyökalujen avulla. Jälkimmäisen avulla hallitaan tietokannan rakennetta, luodaan ja poistetaan tauluja sekä määritellään säännöt. Tietokannan ylläpidosta vastaa Tampereen kaupunki.

Itse pyöräilyverkoston väylätietojen ylläpito toteutetaan jatkossa QGIS-karttanäkymän kautta. Attribuuttien lisääminen tietomallin toteutuksen myöhemmissä vaiheissa ja luokittelujen muokkaus voidaan tarvittaessa toteuttaa QGIS-ohjelmistolla tietokantatason ominaisuus-valikon kautta. Tätä kautta voidaan lisätä muun muassa attribuuttien arvojoukkojen ja selitteiden yhdistäminen, mikä helpottaa linkkien eri ominaisuuksien määrittämistä väylätietojen tallentamisvaiheessa. Seudullisen mallin toteuttamisessa kunnat vastaavat kunnallisten väylätietojen päivittämisestä osaksi verkostoa. Tampereen kaupungin osalta verkoston geometria päivittyy IRIS-järjestelmään tallennettavista väylätiedoista IRIS_id:n avulla. Koko seudun kattavan tiestön ja katujen osalta väylätiedot päivitetään Digiroad-järjestelmästä.

Tietomallin ylläpitoon liittyy tietomallin laajentaminen eri kohteita lisäämällä sekä ominaisuustietoja laajentamalla. Väylien ominaisuustietojen laajentaminen tulevissa kehitysvaiheissa mahdollistaa tietomallin hyödyntämisen eri tarpeisiin. Suositus ominaisuustietojen lisäämisestä on esitetty alaluvussa 5.9. Tietomallin käsiteskeemaa suositellaan päivitettäväksi säännöllisesti ominaisuustietojen täydentämisen sekä yleisesti tietomallin kehitysvaiheiden edetessä. Myös seuraavassa kappaleessa esitellyt elinkaarisäännöt ja niiden ylläpito ja muokkaus tarvittaessa kuuluu tietomallin ylläpitoon. Tietomallin ylläpidosta vastaa tulevissa kehitysvaiheissa Tampereen kaupunki.

5.7.2 Elinkaarisäännöt ja niiden vaikutus tietokohteisiin ylläpidossa

Tietomallin elinkaarisääntöjen mukaisten muutostapahtumien vaikutus tietokohteisiin ja niiden olemassaoloon on kuvattu liitteessä 10. Esimerkkejä erilaisista muutostapahtumista on listattu liitteessä 11 ja muutostapahtumien vaikutus tietokohteisiin on havainnollistettu graafisesti liitteessä 12. Tarvittavat muutokset tietokohteisiin toteutetaan jatkossa näiden muutostapahtumien kautta. Tietomallin toteutuksen edetessä elinkaarisääntöjä voidaan muokata vastaamaan paremmin muuttuneita tarpeita tietojen päivittämiselle.

Tärkeimmät muutostapahtumat on kuvattu seuraavissa kohdissa:

- Kohteen (linkin) lisääminen:
 - Luodaan uusi kohde, uusi yksilöivä tunnus, versiotunniste sekä alkamispäivämäärä.
 - Kohteen lisääjä / luoja tallentuu automaattisesti.
 - Määritellään kohteelle vaadittavat ominaisuustiedot.
 - Muokataan muita kohteita elinkaarisääntöjen mukaan.
 - Sovelletaan sääntöä kohteen jakaminen tai kohteen yhdistäminen, mikäli uusi linkki yhdistyy jo olemassa olevaan linkkiin.
- Kohteen (linkin) poistaminen:
 - Kohde lakkaa olemasta, yksilöivä tunnus ja versiotunniste poistuvat
 - Asetetaan päättymispäivämäärä.
 - Kohteen muokkaaja ja muokkausajankohta tallentuvat automaattisesti.
 - Sovelletaan sääntöä kohteiden yhdistäminen, mikäli ns. risteyskohta poistuu kohteen poistamisen yhteydessä.
- Kohteen (linkin) geometrian muokkaus:
 - Muokataan kohteen geometriaa (esim. jos väylän kulku muuttuu mutta verkoston topologia ei muutu).
 - Kohteelle uusi versiotunniste.
 - Määritellään muokkaustyyppiä geometria.
 - Kohteen muokkaaja ja muokkausajankohta tallentuvat automaattisesti.
- Kohteen (linkin) ominaisuustietojen muokkaus:
 - Muokataan kohteen ominaisuustietoja.
 - Määritellään muokkaustyyppiä ominaisuus.
 - Kohteen muokkaaja ja muokkausajankohta tallentuvat automaattisesti.
 - Mikäli kohteen ominaisuustietojen muutos aiheuttaa tarpeen kohteen poistamiselle ja uuden kohteen luomiselle, sovelletaan elinkaarisäännöistä tarvittaessa kohtaa kohteen lisääminen ja poistaminen muutostapahtuman sääntöjen mukaan.
- Kohteen (linkin) jakaminen (esim. kun uusi väylä liittyy olemassa olevaan → uusi risteyspiste, pois lukien suojatiet ja yhdyslinkit):
 - Luodaan uusi linkki, jolle uusi pysyvä tunnus (uusi väylä).
 - Linkki, johon uusi linkki liitetään lakkaa olemasta, asetetaan päättymispvm.
 - Poistuneen linkin tilalle muodostetaan kaksi uutta linkkiä, jotka kohtaavat solmupisteessä uuden linkin kanssa (uudet pysyvät tunnukset).
 - Uusille linkeille periytetään ominaisuustiedot vanhasta linkistä.
 - Kohteen lisääjä, muokkaaja ja muokkausajankohta tallentuvat automaattisesti.
- Kohteiden (linkkien) yhdistäminen (kun uusi linkki yhdistetään olemassa olevaan linkkiin muualla kuin risteyspisteessä):
 - Luodaan uusi linkki, jolle uusi pysyvä tunnus (uusi väylä.)
 - Yhdistetään uusi linkki solmupisteessä yhdistettävään linkkiin ja yhdistetään nämä kaksi linkkiä yhdeksi geometriaksi, jolla uuden linkin pysyvä tunnus.
 - Linkki, johon uusi linkki liitetään lakkaa olemasta, asetetaan päättymispvm.
 - Periytetään ominaisuustiedot vanhasta linkistä siltä osin, kuin mahdollista.
 - Jos väylän pintamateriaalin muutos vanhan ja uuden linkin välillä aiheuttaa sen,

että linkkejä täytyisi käsitellä erillisinä geometrioina, ei sääntö ole voimassa. Tässä tapauksessa luodaan uusi linkki ja yhdistetään se yhdistettävään linkkiin yhteisessä solmupisteessä.

Kohteiden poistamiseen johtavien muutostapahtumien kohdalla on tärkeää, että kohdetta ei poisteta tietokannasta vaan kohteen versiotunniste ja yksilöivä tunnus poistuvat käytöstä ja kohde säilyy tietokannassa historiatietona. Tämä mahdollistaa käytöstä poistuneiden väylien huomioimisen esimerkiksi liikenneverkon kehityksen tarkastelun yhteydessä.

5.8 Tietokannan testaus

Tietokantaan tallennetun pyöräilyverkoston testaus suositellaan toteutettavaksi siinä vaiheessa, kun väylätiedot on muokattu ja tallennettu esimerkiksi ensimmäisessä vaiheessa Tampereen kaupungin osalta. Tietokannan testaus voidaan toteuttaa kahdessa osassa: tietokannan toiminnallisuuden testaus sekä muodostetun verkoston topologisen eheyden testaus.

Tietokannan rakenteen testauksen yhteydessä suositellaan testattavaksi automaattisesti luotavien tietojen (esim. tiedon luoja, muokkaaja, versiotunniste) oikeanlaista tallentumista, seuraavissa vaiheissa tietojen päivittymistä rekisterikohtaisten id-tunnusten perusteella sekä elinkaarisääntöjen toimivuutta eri muutostapahtumissa.

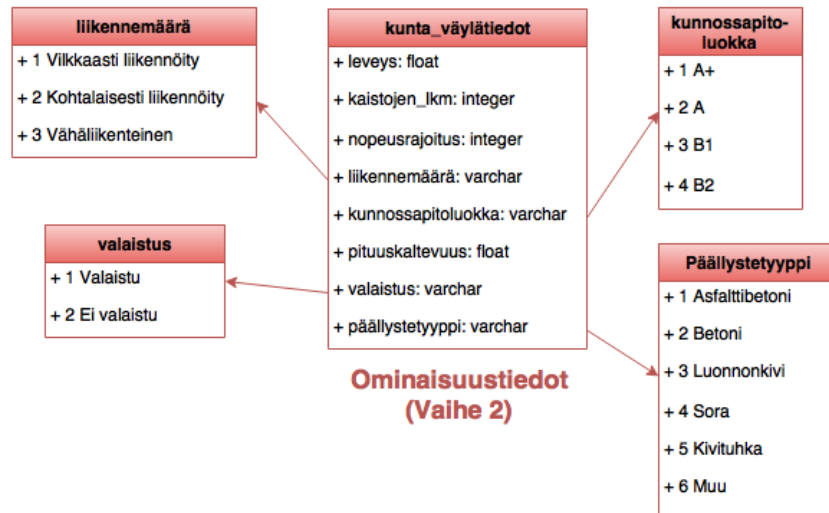
Verkoston eheyden testaus voidaan toteuttaa erilaisilla verkostanalyysillä, jotka vaativat usein verkoston topologian validoinnin. Validoinnin avulla voidaan esimerkiksi korjata automaattisesti digitoinnissa tapahtuneita mahdollisia virheitä ja se voidaan toteuttaa esimerkiksi QGIS:n vclean-algoritmin avulla. Validoinnin työkaluksi on mahdollista valita snap-toiminto ja sille määriteltä toleranssi, joiden perusteella toleranssi sisälle osuvien eri väylät yhdistetään toisiinsa. Varsinaiset reititysanalyysit voidaan toteuttaa esimerkiksi QGIS:n Road Graph- tai pgRouting-liitännäisten avulla. Testaus suositellaan toteutettavaksi myös vaiheissa, jolloin muiden kuntien kunnallisia väylätietoja lisätään tietokantaan.

5.9 Tietomalliin seuraavissa vaiheissa täydennettävät ominaisuustiedot

Tietomallin toteuttamisen ensimmäisessä vaiheessa keskeisenä tavoitteena on muodostaa eheä verkosto, joka kattaa pyöräilyyn käytettävien väylien sekä jalkakäytävien geometriat Tampereen seudun kuntien alueelta. Seuraavissa vaiheissa ominaisuustietoja lisätään työn suosituksen perusteella toimeksiantajan valitseman aikataulun sekä kuntien toimittamien tietojen mukaan. Ominaisuustiedot lisätään ensisijaisesti pyöräteitä koskeville linkeille.

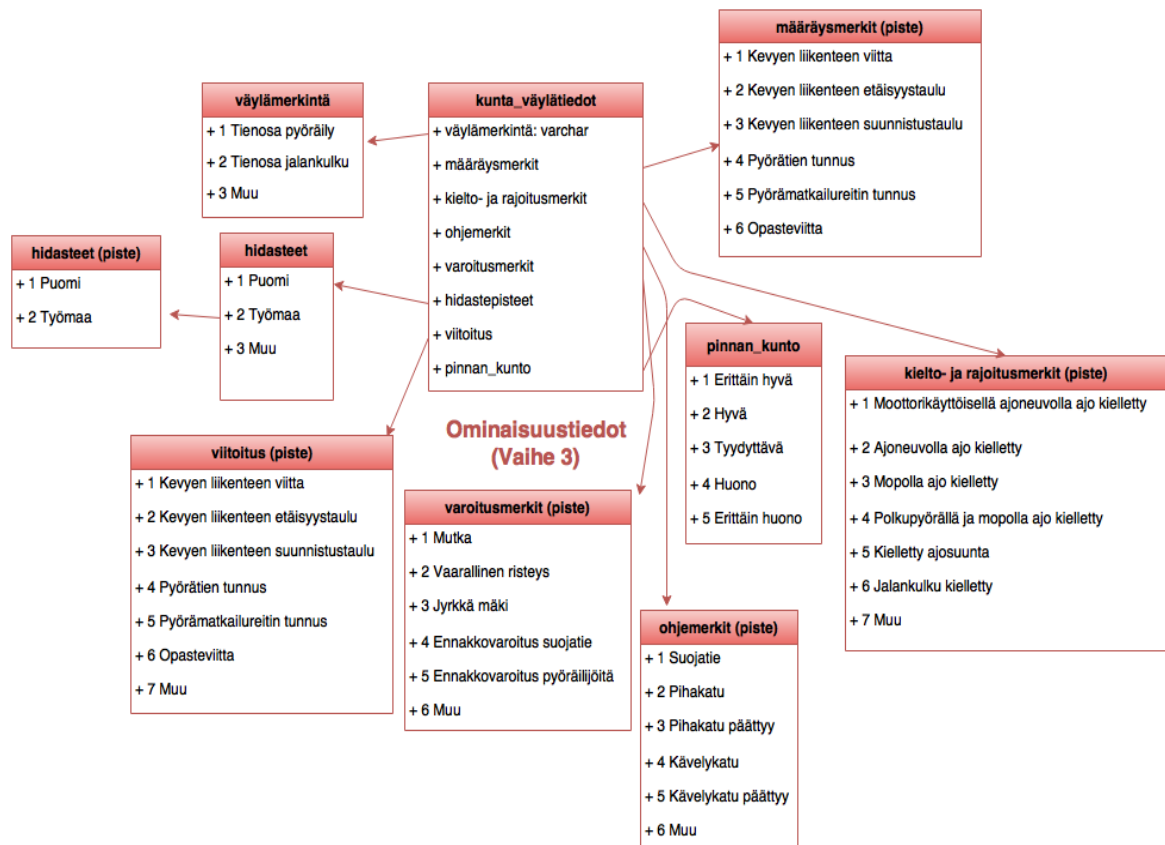
Jotta todellista tilannetta vastaavia reititysanalyysijä voitaisiin toteuttaa tämän aineiston perusteella, täytyisi aineistoon määrittää Digiroad-väylätietojen lisäksi muille väylille liikennesuunnat suhteessa digitointisuuntaan sekä kääntymisrajoitteet. Koska verkosto käsittää paljon suojateitä ja erilaisia yhdyslinkkejä, on näiden kääntymismääräyksien tallentaminen tietokantaan haastavaa. Näiden tietojen osalta tietomallin täydentäminen toteutetaan toimeksiantajan toimesta mahdollisesti tietomallin kehityksen tulevaisuudessa.

Suositus vaiheessa 2 lisättävistä ominaisuustiedoista on esitetty kuvassa 16. Luokitelluista ominaisuustiedoista malliin suositellaan lisättäviksi kunnossapitoluokka, väylän päällystetyyppi, liikennemäärälaskentaan perustuva liikennemääräluokittelu sekä tieto väylän valaistuksesta. Korkeustiedon avulla voidaan laskea väylän pituuskaltevuus. Leveystiedon laskennassa voidaan hyödyntää kantakarttaa, ilmakuvia sekä maastomittauksia. Nopeusrajoitus on saatavilla Digiroad-väylätiedoista kaduille. Pyöräteille nopeusrajoituksen sijaan voidaan käyttää arvioitavaa väylän liikennenopeutta.



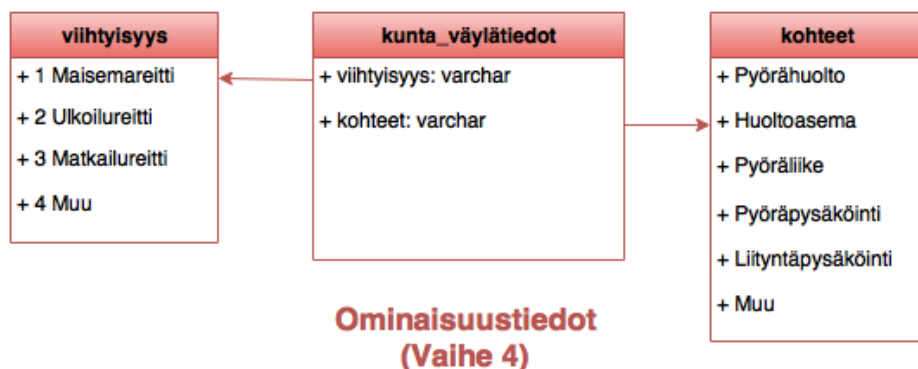
Kuva 16 Ominaisuustiedot – vaihe 2

Suositus vaiheessa 3 lisättävistä ominaisuustiedoista on esitetty kuvassa 17. Työn toteutuksen tässä vaiheessa suositellaan toimeksiantajan toteuttamismahdollisuuksista riippuen liikennemerkkirekisteriä, joka sisältäisi ensisijaisesti pistetiedon pyöräteiden viitoituksesta ja liikennemerkeistä. Luokittelussa on noudatettu Liikenneviraston ohjeistusta. Tieto väylämerkinnästä voidaan sisällyttää linkin ominaisuustietoihin, kuten tieto väylän varrella olevista pidempikestoisista työmaista. Pinnan kunnon luokittelussa on noudatettu Liikenneviraston selvityksen (2015) suosituksen mukaista luokittelua. Myös pinnan kunnon selvittämisessä suositellaan noudatettavaksi tämän selvityksen suositusta toteutuksesta.



Kuva 17 Ominaisuustiedot – vaihe 3

Tietomallin täydentämisen neljännessä vaiheessa suositellaan lisättäväksi pyöriteiden viihtyisyysluokittelu sekä tieto väylän varrella olevista kohteista (kuva 18). Tieto pistemäisistä kohteista voidaan sisällyttää kohderekisteriin, joka sisältää tiedon pyöräpysäköinnistä sekä liityntäpysäkeistä. Jatkossa kohderekisteriin voisi tallentaa tiedon joukkoliikenteen pysäkeistä, mikäli tietomallia hyödynnetään multimodaalisen reitittämisen tietolähteenä. Neljännessä vaiheessa voisi hyödyntää myös joukkoistamalla kerättyä tietoa esimerkiksi pyöriteiden kuntoon, pyöräilyn sujuvuuteen sekä reittien viihtyisyyteen liittyen.



Kuva 18 Ominaisuustiedot – vaihe 4

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän diplomityön tavoitteena oli suunnitella tietomalli, jonka avulla voidaan ylläpitää ja hallita Tampereen seudun pyöräilyverkostoa koskevia väylätietoja. Keskeisenä tavoitteena oli määritellä keskeisimmät tarpeet tietomallille, hyödynnettävät tietolähteet tietosisällön muodostamisessa, tietomalliin vaiheittain lisättävät ominaisuustiedot sekä tietokannan ylläpitoprosessi ja elinkaarisäännöt. Työn teorialtutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksen sekä laajojen asiantuntijahaastattelujen avulla. Teorialtutkimuksen sekä toimeksiantajan kanssa toteutettujen määrittelyjen perusteella laadittiin ensimmäinen versio tietokannasta. Tietomallin kehitystyötä pyritään jatkamaan toimeksiantajan toimesta tämän työn suositusten perusteella.

Työn selvityksen keskeisimpänä tarpeena nousi esille tarve pyöräilyverkoston aineistolle, jota olisi mahdollista hyödyntää erilaisiin reititystarpeisiin sekä tiedon jatkojalostajien että loppukäyttäjien toimesta esimerkiksi sovelluksien kautta. Ensisijaisena tarpeena määritettiin verkoston geometrian muodostaminen, jonka perusteella tietomallin tietosisältöä voidaan täydentää ominaisuustietojen osalta tietomallin myöhemmissä kehitysvaiheissa. Koska muodostettava aineisto kattaa katu- tie- ja pyöräilyverkoston kahdeksan eri kunnan alueelta, täytyi verkoston muodostamisessa huomioida seudullinen ulottuvuus. Myös SURAVAGE-geometrioiden lisääminen oli otettava huomioon. Haasteena tietomallin suunnittelussa oli, että vastaavia ratkaisuja tai tietomallin kuvauksia ei tämän työn selvityksen perusteella löytynyt.

Työn teoriataustan perusteella todettiin, että tähän mennessä toteutetut ratkaisut eivät vastaa polkupyöräilyn osalta työn vaatimustasoa. Digiroadin osalta keskeisimmät haasteet liittyvät tietomallin puutteisiin pyöriteiden geometrioiden osalta. OSM:n tietomallin hyödyntäminen rajattiin pois tiedon kattavuuteen ja validoitiin liittyvien seikkojen vuoksi. Digiroadin ja OSM:n tietomallien hyödyntämistä valtakunnallisesti pyöriteiden osalta selvitettiin tämän työn toteutushetkellä. Koska tietomallissa pyrittiin huomioimaan myös jalkakäytävät ja suojatiet, tietomallissa sovellettavia tietolähteitä pystyttiin rajaamaan kahteen eri ensisijaiseen lähteeseen.

Tietomallin toteutuksessa huomioitiin kaksi eri tietolähdettä kokonaisuuksina: Digiroad seudullisen katu- ja tieverkoston osalta sekä kunnalliset väylätiedot jalkakäytävien, pyöriteiden ja suojateiden osalta. Kunnallisten väylätietojen tallentaminen tietokantaan toteutetaan toimeksiantajan aikataulun ja kunnista saatavilla olevien aineistojen ja resurssien mukaan. Väylätiedot tallennetaan tietokantaan linkkeinä, jotka kuvaavat väylän osia. Linkit yhdistetään toisiinsa risteyskohdissa yhteisissä solmupisteissä, jotta verkostoa voi jatkossa hyödyntää reititys- ja verkostanalyysiin. Suojatiet digitoidaan erillisinä geometrioina, kuten myös yhdyslinkit, joita hyödynnetään linkkien yhdistämisessä toisiinsa. Tietomallin toteutuksen ensimmäisessä vaiheessa verkoston muokkaus ja tietojen tallentaminen toteutettiin QGIS-ohjelmiston karttanäkymän kautta PostgreSQL/PostGIS- tietokantaan. Jatkossa ylläpito ja väylätietojen hallinta toteutetaan näiden järjestelmien kautta työssä määriteltyjen elinkaarisääntöjen mukaan. Elinkaarisääntöjä ja ylläpidon ohjeistusta suositellaan muokattavaksi tietomallin kehitystyön edetessä.

Keskeisimpänä haasteena pyöräilyverkoston muodostamisessa tuli esille verkoston kompleksisuus ja eri väylätyyppien yhdistäminen toisiinsa automaattisesti topologisesti eheän ver-

koston muodostamiseksi. Etenkin keskustan alueen risteyskohtien muodostaminen ja suoja-
teiden digitointi asettivat haasteita eheän verkoston muodostamisessa. Tästä syystä verkos-
toa ei muodostettu tietomallin laatimisen ensimmäisessä vaiheessa automaattisesti vaan ver-
koston muodostamiseen laadittiin ohjeistus, jonka perusteella kunnalliset väylätiedot tallen-
netaan tietomalliin manuaalisesti digitoimalla. Tietojen tallentamisen ja muokkaamisen tu-
kena voidaan hyödyntää esimerkiksi kantakarttaa tai ilmakuvia, joista etenkin kantakartan
avulla voidaan saavuttaa vaadittu geometriatarkkuus verkostolle. Digitoinnissa hyödynnet-
tävä risteyskohtien topologinen editointi todettiin toimivaksi työkaluksi verkoston eheyden
varmistamisessa tietojen tallentamisen edetessä.

Pyöräilyverkoston tietomallin määrittelyn keskeisenä osana työssä määriteltiin paikkatieto-
kohteiden elinkaarisäännöt. Elinkaarisäännöt vaikuttavat olennaisesti kohteiden yksilöivien
tunnusten olemassaoloon tietomallissa sekä versiotunnusteiden käyttöön. Elinkaarisääntöjen
ja tietokohteiden olemassaoloon vaikuttavat muutostapahtumat määritettiin JHS193-
suosituksen mukaan yhdessä toimeksiantajan kanssa. Tärkeimmät muutostapahtumat ovat
kohteen lisääminen ja poistaminen, jotka aiheuttavat uuden yksilöivän tunnuksen luomisen
tai olemassa olevan tunnuksen päättymisen. Kohteen geometrian tai ominaisuustiedon muu-
tokset aiheuttavat pääsääntöisesti kohteen uuden versiotunnuksen luomisen. Jos kohteen li-
sääminen tai poistaminen muuttaa verkoston topologiaa, aiheuttaa vastaava muutos poik-
keuksetta tarpeen kohteen tai kohteiden yksilöivän tunnuksen luomiselle tai päättymiselle.
Muutostapahtumien vaikutuksista kohteisiin laadittiin graafinen kuvaus sekä listaus esi-
merkkitapauksista ja niiden vaikutuksista tietokohteiden ylläpidossa. Elinkaarisääntöjä suoi-
sitellaan tarkistettavaksi tietomallin kehitystyön edetessä.

Tietokannan ylläpidossa pyrittiin huomioimaan tiedon muokkaamisen ja tallentamisen help-
pous sekä ominaisuustietojen päivittäminen tulevaisuudessa eri rekistereistä ja
SURAVAGE-prosessista. Seudullisen tie- ja katuverkoston osalta tiedot voidaan jatkossa
päivittää Digiroadin tietojärjestelmästä. Mikäli kaupungin omia tietojärjestelmiä halutaan
käyttää jatkossa katu- ja tieverkoston väylätietojen päivittämisessä, suositellaan näiden tie-
tojen liittämistä verkoston Digiroad-geometrioihin. Pyöräteiden, jalkakäytävien ja suoja-
teiden kohdalla tietolähteinä toimivat kunnalliset rekisterit ja kuntakohtaiset tiedot yksilöidään
kunta_id:n avulla. Tietojen tallentaminen ja päivittäminen voidaan toteuttaa QGIS-
ohjelmistolla tietokantayhteyden kautta eri kuntien toimesta. Enum-tietotyyppien ja koodi-
listojen hyödyntäminen yksinkertaistaa tietokohteiden lisäämistä ja ylläpitoa sekä kohteiden
ominaisuustietojen luokittelua ja määrittelyä. Kohteiden ominaisuustietojen lisääminen ja
erilaisten pisterekistereiden hyödyntäminen osana tietomallia voidaan toteuttaa tietomallin
kehityksen edetessä.

Haastavaa työn toteutuksessa oli vastaavien tietomallien kuvausten puute sekä kompleksisen
pyöräverkoston muodostamiseen liittyvät haasteet. Vastaavalla tarkkuudella toteutettuja
pyöräilyverkoston aineistojen tai tietomallien kuvauksia ei tämän tutkielman yhteydessä löy-
tynyt. Teoriaosiossa tarkastelluista pyöräilyverkostojen referenssiaineistoista hyödynnettiin
tietoja muun muassa ominaisuustiedoista sekä niiden luokitteluista. Pyöräily kulkumuotona
on huomattavasti autoilua joustavampi, mikä vaikeuttaa pyöräilyyn hyödynnettävän liiken-
neverkoston mallintamista. Koska tietomallissa huomioidaan myös jalkakäytävät ja erilaiset
siirtymät esimerkiksi pyörätieltä ajoradalle, on väylätyyppien välisten siirtymien mallinta-
minen haastavaa. Keskeisimpänä periaatteena verkoston muodostamisessa voidaan pitää lii-
kennesääntöjen mukaisten kulkuyhteyksien ja siirtymien mallintamista osana pyöräilyver-
kostoa. Paikkatiedon laatutekijöistä työn toteutuksessa haastavimmaksi todettiin aineiston

luokittelun oikeellisuuden sekä verkoston topologisen eheyden varmistaminen. Tämän työn toteutuksen laajuudesta johtuen laadun arviointia ei toteutettu osana työn toteutusta mutta se suositellaan toteutettavaksi tietomallin kehitystyön edetessä.

Tietomallin jatkojalostaminen ja -kehittäminen sekä pyöräilyverkoston mallintaminen yleisesti synnyttivät työn toteutuksen aikana useita ideoita jatkotutkimukselle sekä tietomallin täydentämiselle. Verkoston muodostamisen yhteydessä havaittiin, että suojateitä ja pyörätien jatkeita koskevaan tietoa voidaan yhdistää Tampereen kaupungilla toteutuksessa olevaan suojatierokisteriin. Myös Tampereen kaupungin siltarekisteri-projektin ja pyöräilyverkoston tietomallit palvelevat toisiaan esimerkiksi elinkaarisääntöjen ja ylläpidon osalta.

Tietomallin kehityksen tulevaisu vaiheissa esimerkiksi dynaamisen tiedon hyödyntämien, kuten reaaliaikainen aura-autojen seuraaminen talvisin tai työmaatietojen päivittyminen tietokantaan, tarjoaisi ajantasaista tietoa pyöräilyverkon kunnosta ja pyöräilyn sujuvuuteen vaikuttavista tekijöistä. Joukkoliikennetietojen (pysäkit, reitit ja aikataulut) yhdistäminen tietomalliin mahdollistaisi eri liikennemuodot huomioivan multimodaalisen reitittämisen tulevaisuudessa. Itse pyöräilijöiden hyödyntäminen joukkoistamalla kerättävän tiedon tuottajina tarjoaisi myös mahdollisuuden tulevaisuudessa uusien tietolähteiden hyödyntämiseen sekä edelleen pyöräilyverkoston kehittämiseen. Kehitystyön edetessä seudullinen pyöräilyverkosto paikkatietoaineistona tarjoaa lukuisia mahdollisuuksia pyöräilyn tutkimiselle sekä verkostanalyysien toteuttamiselle kaupunkisuunnittelussa. Pyöräteiden sisällyttäminen ja tallentaminen kehitystyön edetessä kansalliseen maastotietokantaan tarjoaisi tulevaisuudessa keskitetyn ratkaisun tiedon tallentamiselle ja ylläpidolle sekä kuntarajat ylittävälle tiedon hyödyntämiselle kansallisesti.

Lähteet

- Chicago Department of Transportation. 2014. Chicago Bike Map 2014. [Viitattu 12.10.2015] Saatavissa: <http://chicagocompletestreets.org/wp-content/uploads/2014/06/Chicago-Bike-Map-2014.pdf>
- City of Cambridge. 2015. Geographic Information System, Bike Facilities. [Viitattu 13.10.2015] Saatavissa: https://www.cambridgema.gov/GIS/gisdatadictionary/Recreation/RECREATION_BikeFacilities
- Criollo Preciado, C.R. 2012. Spatial Network Analysis for Urban Cycling Networks. Pro gradu-tutkielma. [Viitattu 8.10.2015]. The Technical University of Munich, Institute of Transportation. München. s. 145. Saatavissa: http://admin.banrepcultural.org/sites/default/files/colf_criollopriado_cesarricardo_tesis.pdf
- Denver Regional Council of Governments. 2015. Denver Regional Bicycle Maps. [Viitattu 11.10.2015] Saatavissa: <http://gis.drcog.org/bikeroutes/>
- Cycle Network Model. 2015. What is the Cycle Network Model? [Verkkojulkaisu] [Viitattu 13.10.2015] Saatavissa: <http://data.dft.gov.uk/cycle-routes/CycleNetXChange-Background.pdf>
- DC District Department of Transportation. 2015. Bicycle Lane. [Viitattu 13.10.2015] Saatavissa: <http://data.octo.dc.gov/metadata.aspx?id=406>
- Digiroad. 2014. Digiroadin tietolajien kuvaus, Saatavissa: http://www.digiroad.fi/dokumentit/fi_FI/dokumentit/ [Viitattu 5.3.2016].
- Digiroad. 2016. Ylläpitosovellus. [Verkkojulkaisu] [Viitattu 10.3.2016] Saatavissa: http://www.digiroad.fi/yllapito/fi_FI/yllapitosovellus/
- European Location Framework. 2015. D2.3.2: Rules for persistent identifiers and life cycle information. [Verkkojulkaisu] [Viitattu 10.12.2015] Saatavissa: http://elfproject.eu/sites/default/files/D2.3.2_RulesForPersistentIdentifiersAndLifeCycleInformation.pdf
- Fietsroute. 2015. Cycling and Biking in Belgium. [Viitattu 11.10.2015] Saatavissa: <http://www.fietsroute.org/cycle-node-planner>
- Florida Department of Transportation. 2015. Shapefiles of GIS Layers: Bicycle & Pedestrian Data. [Viitattu 13.10.2015]. Saatavissa: <http://www.dot.state.fl.us/planning/statistics/gis/bike-ped.shtm>
- Goodchild, M.F. 1992. Geographical Data Modeling. Computers & Geosciences. [Verkkojulkaisu]. Vol 18. No. 4. s. 401-408. Viitattu [10.3.2016] Saatavissa: <http://www.geog.ucsb.edu/~good/papers/172.pdf>. ISSN: 0098-3004. (doi>10.1016/0098-3004(92)90069-4).

Helsingin kaupunki. 2015. Avoimet paikkatietoaineistot. [Viitattu 11.10.2015] Saatavissa: <http://ptp.hel.fi/avoindata/>

Heywood, I., Cornelius, S., Carver, S. 2011. An Introduction to Geographical Information Systems. Pearson, England. s. 480. ISBN-13: 978-0273722595.

Huang, Y. & Ye, G. 1995. Selecting Bicycle Commuting Routes using GIS. Berkeley Planning Journal. [Verkkolehti] Vol 10:1. s. 75-90. [Viitattu 15.10.2015]. Saatavissa: <http://eprints.cdlib.org/uc/item/9pf2j1pd#page-1>. ISSN: 1047-5192 (sähköinen)

JHS 160. 2006. Paikkatiedon laadunhallinta. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA. [Viitattu 18.4.2016]. Saatavissa: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS160/JHS160.pdf>

JHS 162. 2012. Paikkatietojen mallintaminen tiedonsiirtoa varten. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA. [Viitattu 7.10.2015] Saatavissa: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS162/JHS162.html>

JHS 179. 2012. ICT-palvelujen kehittäminen: Kokonaisarkkitehtuurin kehittäminen. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA. [Viitattu 8.10.2015]. Saatavissa: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS179/JHS179.html#H38>

JHS 188 2014. Kansallisen tie- ja katuverkostoaineiston ylläpito ja ylläpitotietojen dokumentointi, Liite 1 Tie- ja katuverkon geometrian mallinnussäännöt Suomessa. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA. [Viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS188_liite1/JHS188_liite1.html

JHS 193 (2015). JHS 193 Paikkatiedon yksilöivät tunnukset, Liite 3 Paikkatietokohteiden elinkaarisääntöjen muodostaminen. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA. [Viitattu 4.12.2015]. Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS193_liite3/JHS193_liite3.html

Järnefelt Jouko. 2015. Asiantuntijahaastattelu diplomityöhön [20.10.2015].

Kanjilal, V. & Schneider, M. 2010. Modeling and Querying Spatial Networks in Databases. Journal of Multimedia Processing Technologies. [Verkkolehti]. Vol. 1, No. 3. s. 142-159. [Viitattu 8.3.2016]. Saatavissa: <http://www.cise.ufl.edu/~mschneid/Research/papers/VS10JMPT.pdf>. ISSN: 0976-4127 (sähköinen). ISSN: 0976-4135 (painettu).

Laitinen Kaisu. 2015. Asiantuntijahaastattelu diplomityöhön, Helsinki [22.10.2015].

Liikennevirasto. 2012. Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen toimenpidesuunnitelma 2020. Helsinki: Liikenneviraston suunnitelmia 2/2012. s. 71. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ls_2012-02_kavelyn_ja_pyorailyn_web.pdf. ISBN 978-952-255-079-8 (sähköinen). ISBN 978-952-255-078-1 (painettu).

- Liikennevirasto. 2014a. Ajantasaisen tie- ja katuverkon keskilinja-aineiston ylläpito Suomessa SURAVAGE-PROSESSI. Helsinki: Liikenneviraston ohjeita 27/2014. s. 104. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 6.4.2016]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-27_ajantasaisen_tie_web.pdf. ISBN 978-952-255-491-8.
- Liikennevirasto. 2014b. Jalankulku- ja pyörävyölylien suunnittelu. Helsinki: Liikenneviraston ohjeita 11/2014. s. 192. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-11_jalankulku_pyorailyvaylien_web.pdf. ISBN 978-952-255-429-1 (sähköinen). ISBN 978-952-255-430-7 (painettu).
- Liikennevirasto. 2015. Pyörävyölylien tiedot ja laatutaso – esiselvitys valtakunnallisesta pyörävyölylien tiedonhallintamallista. Helsinki: Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 24/2015. s. 72. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2015-24_pyoravaylien_tiedot_web.pdf. ISBN 978-952-317-091-9.
- Liikennevirasto 2016. Tietoaineistojen yhteentoimivuus: Digiroad OSMilla – OSM Digiroadilla? Hallinnollisen ja teknillisen toimintamallin kuvaukset Digiroad aineistojen OSM – avoimien tietoaineistojen välillä. Selvitys. [Viitattu 31.3.2016].
- Linna Tapio. 2015. Asiantuntijahaastattelu diplomityöhön [19.10.2015]
- Lisboa-Filho, J., Sampaio, G.B., Nalon, F.R. & Borger, K. 2010. A UML Profile for Conceptual Modeling in GIS Domain. Teoksessa: Reinhartz-Berger, A. Sturm, Y. Wand, J. Bettin, T. Clark, S. Cohen, J. Ralyté, and P. Plebani (eds.): CAiSE 2010 Workshop DE@CAiSE'10, Hammamet, Tunisia, pp. 18-31, 2010. [Verkkojulkaisu] [Viitattu 8.10.2015]. Saatavissa: http://ceur-ws.org/Vol-602/DE_CAiSE10_paper3_Lisboa-filho.pdf. ISSN: 1613-0073.
- Longley, P.A., Goodchild M.F., Maguire, D.J. & Rhind, D.W. 2011. Geographic Information Systems & Science, John Wiley & Sons. s. 560. ISBN: 978-0-470-94809-5.
- Lowry, M.B. & Callister D. 2012. Analytical Tools for Identifying Bicycle Route Suitability, Coverage, and Continuity. Idaho Transport Department Research Report. s. 119. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 9.12.2015]. Saatavissa: http://itd.idaho.gov/bike_ped/GISTool/RP204Final.pdf.
- Lowry, M.B. 2014. Gis Tools for Bicycle Network Analysis and Planning. Friday Transportation Seminar. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavissa: <http://www.slideshare.net/otrec/gis-tools-for-bicycle-network-analysis-and-planning>
- Luukkainen, M. & Laine, H. 2012. Ohjelmistotekniikan menetelmät – Luentomoniste kurssille. Helsingin yliopisto. Tietojenkäsittelytieteen laitos. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.10.2015]. Saatavissa: <https://www.cs.helsinki.fi/u/mluukkai/otm2012/otm.pdf>
- Maanmittauslaitos. 2015. Paikkatietoikkuna. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavissa: <http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi>

Mamoulis, N. 2011. Spatial Data Management. Morgan & Claypool. s. 133. [Viitattu 8.3.2016]. Saatavissa: <http://www.morganclaypool.com/doi/pdf/10.2200/S00394ED1V01Y201111DTM021>. ISBN: 9781608458332 (sähköinen). ISBN: 9781608458325 (painettu). (DOI 10.2200/S00394ED1V01Y201111DTM021)

Massachusetts Department of Transportation. 2013. Bicycle Inventory. [Viitattu 10.10.2015]. Saatavissa: <https://www.massdot.state.ma.us/planning/Main/MapsDataandReports/Data/GISData/BicycleInventory.aspx>

Metropolitan Council. 2007. Existing Bike Lanes – Twin Cities Metro Area April 2007. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavissa: <http://www.metrocouncil.org/Transportation/Planning-2/Transit-Plans,-Studies-Reports/Bike-Pedestrian-Planning/Regional-Bikeways-Resources-Contacts/Regional-Bikeways-Maps-Data/Regional-Existing-Bikeways-Map.aspx>

Metropolitan Council. 2015. Regional Bikeways. [Viitattu 13.10.2015]. Saatavissa: <http://www.metrocouncil.org/Transportation/Planning/Transportation-Resources/Regional-Bikeways.aspx>

Milakis, D., Athanasopoulos, K. 2014. What about people in cycle network planning? applying participative multicriteria GIS analysis in the case of the Athens metropolitan cycle network. Journal of Transport Geography [Verkkolehti]. no. 35. s. 120-129. [Viitattu 15.11.2015]. Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692314000192>. (ISSN: 0966-6923). (doi:10.1016/j.jtrangeo.2014.01.009)

MVV-Radrouten-Planer. 2015. Cycle Route Planner. [Viitattu 11.10.2015]. Saatavissa: <http://rad.mvv-muenchen.de/mvvbike/index.html#trip@enquiry>

North Carolina Department of Transportation. 2015. Pedestrian and Bicycle Infrastructure Network. [Viitattu 13.10.2015]. Saatavissa: <https://connect.ncdot.gov/projects/BikePed/Pages/PBIN.aspx>

NZ Transport Agency. 2015. The Cycle Network Planning Process. [Viitattu 17.3.2015]. Saatavissa: <http://www.nzta.govt.nz/assets/resources/cycle-network-and-route-planning/docs/chapter7.pdf>

Paikkatietokeskus. 2015. Supra-hanke. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavissa: <http://carde.fgi.fi/supra/index.html#>

Patton, M., Q. 2002. Qualitative Research & Evaluation Methods. 3rd Edition, Sage Publications, United Kingdom. s. 598, ISBN-13: 978-0761919711.

Pesu Matti. 2015. Asiantuntijahaastattelu diplomityöhön. [23.10.2015]

PolkupyöräWiki. 2016. Liikennesäännöt. [Viitattu 7.3.2016]. Saatavissa: <http://www.polkupyoraily.net/wiki/Liikennes%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6t>

QGIS Documentation 2.2. 2016. Topology. [Viitattu 6.4.2016]. Saatavissa: https://docs.qgis.org/2.2/en/docs/gentle_gis_introduction/topology.html

Ride the City. 2015. Ride the City New York. [Viitattu 11.20.2015]. Saatavissa: <http://www.ridethecity.com/>

Rybarczyk, G. & Wu, C. 2009. Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis. Applied Geography [Verkkolehti]. Volume 30, Issue 2. s. 282-293. [Viitattu 10.3.2016]. Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622809000502>. ISSN: 0143-6228. (doi:10.1016/j.apgeog.2009.08.005).

Saaranen-Kauppinen Anita, Puusniekka Anna, Kuula Arja, Rissanen Riitta & Karvinen Ikaali. 2009. Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV. Yhteiskuntatieteellisen tietoarkiston julkaisu, Tampereen yliopisto. [Verkojulkaisu] 167 s. [Viitattu 28.9.2015] Saatavissa: http://www.fsd.uta.fi/fi/julkaisut/motv_pdf/KvaliMOTV.pdf

Sanastokeskus TSK ry. 2014. Geoinformatiikan sanasto, 3.laitos, Saatavissa: <http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/GeoinformatiikanSanasto.pdf> [Viitattu 2.5.2016].

Sarkola Pekka. 2015. Asiantuntijahaastattelu diplomityöhön. [13.10.2015].

Seattle Department of Transportation. 2015. BikeMap. [Viitattu 11.10.2015] Saatavissa: <http://web6.seattle.gov/SDOT/BikeMap/>

Speicys, L. & Jensen, C.S. 2008. Road Network Data Model teoksessa Shekhar, S. & Xiong, H. (eds.). Encyclopedia of GIS. Springer-Verlag. s. 1370. ISBN: 978-0-387-35973-1 (sähköinen). ISBN: 978-0-387-30858-6 (painettu).

Tampereen Joukkoliikenne. 2015. Pyöräilyn ja kävelyn reittiopas. [Viitattu 11.10.2015]. Saatavissa: <http://kevytliikenne.tampere.fi/>

Tampereen kaupunki. 2014. Tampereen pyörätiet. Paikkatieto-aineisto. [Viitattu 2.12.2015]. Saatavissa: <http://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/tietoa-tampereesta/avoin-data.html#datakatalogi>

Tampereen kaupunki. 2016. Tampereen alueen kartta- ja paikkatietopalvelut. [Viitattu 11.2.2016]. Saatavissa: www.kartat.tampere.fi

Tampereen kaupunkiseutu. 2012. Tampereen kaupunkiseudun kävelyn ja pyöräilyn kehittämisohjelma 2030. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: http://www.tampere.fi/liitteet/t/69w21D6Xk/Tampereenkaupunkiseudunkävelynjapyöräilyn_kehittämisohjelma.pdf

Tampereen Teknillinen yliopisto. 2015. Tampereen seudun liikennemalli TALLI 2015 – liikennemallin päivitys. Raporttiluonnos (25.8.2015). Verne liikenteen tutkimuskeskus.

Texas Transport Institute. 2012. Using Smartphones to Collect Bicycle Travel Data in

Texas. Final report. s. 80. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavissa:
http://ntl.bts.gov/lib/45000/45700/45731/Hudson_11-35-69.pdf

Theobald, D. M. 2001. Topology revisited: representing spatial relations. *International Journal of Geographical Information Science*. [Verkkolehti]. Vol. 15. Issue 8. s. 689-705. [Viitattu 11.2.2016]. Saatavissa:
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658810110074519> ISSN: 1362-3087 (sähköinen). ISSN: 1365-8816 (painettu). (DOI:10.1080/13658810110074519).

Thunderforest. 2015. OpenCycleMap. [Viitattu 11.10.2015]. Saatavissa:
<http://www.opencyclemap.org/>

VentureBeat. 2015. Mapbox adds running and cycling routes from Runkeeper to its mapping software. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.10.2015]. Saatavissa:
<http://venturebeat.com/2015/08/17/mapbox-adds-running-and-cycling-routes-from-runkeeper-into-its-mapping-software/>

Worboys, M. F., Hearnshaw, H. M., Maguire, D.J. 1990. Object-Oriented Data Modelling for Spatial Databases. *International Journal of Geographic Information Systems*. [Verkkolehti]. Vol. 4. No. 4, s. 369-383. [Viitattu 29.9.2015]. Saatavissa:
<http://www.spatial.maine.edu/~worboys/mywebpapers/ijgis1990.pdf> ISSN: 1362-3087 (sähköinen). ISSN: 1365-8816 (painettu). (DOI:10.1080/02693799008941553)

Liiteluettelo

Liite 1. Esimerkkiaineistojen ominaisuustietojen vertailu

Liite 2. Haastattelukysymykset

Liite 3. Esimerkki haastattelujen litteroinnista

Liite 4. Käsiteanalyysi - vaihe 1

Liite 5. Käsiteanalyysi – vaihe 2

Liite 6. Tietokannan käsiteskeema

Liite 7. Ominaisuustietojen kuvaukset

Liite 8. Tietokannan tietotyyppien kuvaus

Liite 9. Digitoinnin ohjeistuksen esimerkit

Liite 10. Elinkaarisääntöjen muutostapahtumien graafinen esitys

Liite 11. Esimerkkejä elinkaarisääntöjen muutostapahtumien vaikutuksesta tietokohteisiin.

Liite 12. Elinkaarisääntöjen muutostapahtumien vaikutus tietokohteisiin

Liite 1. Esimerkkiaineistojen ominaisuustietojen vertailu (1/1)

Aineisto	Massachusetts	Washington	North Carolina	Toronto	Minnesota
Ominaisuustieto					
ID / Yksilöivä tunnus	x	x	x	x	x
Väylän nimi	x	x	x	x	x
Väylämerkintä			x		
Väylätyyppi	x	x	x	x	x
Väylän pituus		x			x
Väylän leveys		x	x		x
Suunta / yksisuuntaisuus	x	x	x	x	x
Väylän laatu					x
Väylän pintamateriaali	x	x			x
Väylän pinnan laatu / kunto			x		x
Väylän valaistus (0/1)					x
Väylän käytön ajalliset rajoitukset		x			x
Väylän muu käyttö		x			
Virallinen / ei-virallinen pyörätie (0/1)		x			x
Yhdysväylä (0/1)		x			x
Pysähdykset / matka (maili, km)					x
Käytössä / suunniteltu (0/1)	x	x			x
Väylän soveltuvuus					x
Väylän rakennusaika		x	x		x
Väylän rakentava taho			x		x
Ylläpitävä hallinnollinen taho	x	x	x	x	x
Tietolähde			x		x
Hallinnollinen taho	x		x	x	x
Väylän tietomalliin lisääjä			x		
Suunnitellun väylän suunnitelma			x		
Suunnittelman aika			x		
Suunnitellun väylän toteutustapa			x		
Jaettujen väylien ominaisuudet			x		
Pistekohteet: viitoitus			x		
Pistekohteet: varoitukset			x		
Pistekohteet: muut palvelut (pyöräparkit, kaupunkipyörät huoltoasemat jne.)			x		
Katujen tai teiden ominaisuudet (kadun nimi, numero, id, nopeus, leveys, suunta, tyyppi, väylien määrä, liikennemäärä jne.)		x			x
Pientareen ominaisuudet (rakennusaika, auraus, valumajärjestelmä)					x
Reititettävyyks (from node – to node)		x		x	
Huomiot / kommentit	x				x

Haastattelukysymykset

Tampereen kaupunkiorganisaatioon tai Tampereen kaupunkiseutuun kuuluvat henkilöt

- Teema 1. Pohjustavat kysymykset ja yleiset näkemykset aiheesta:
 - Mikä on lyhyesti kuvailtuna roolinne Tampereen kaupunkiorganisaatiossa / seudulla ja työtehtävänne sisältö? (*taustatiedot*)
 - Millä lailla olette tekemisissä pyöräilyverkostoon liittyvän tiedon kanssa työtehtävänne kautta? (*taustatiedot*)
 - Mitä ja mistä lähteistä saatavaa pyöräilyverkostoon liittyvä tietoa hyödynnätte työnkuvaanne liittyen? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)
 - Miten nykyinen pyöräilyverkosto mielestänne palvelee Tampereen kaupungin / seudun asukkaita? (*ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
- Teema 2. Nykyiset tietolähteet, tietomallit ja ratkaisut sekä niihin liittyvät tarpeet ja haasteet:
 - Miten mielestänne pyöräilyverkostoa koskeva tieto on järjestetty ja saatavilla Tampereella / Tampereen seudulla? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)
 - Mitkä ovat mielestänne parhaat tietolähteet pyöräilyverkostoa koskevaa tietoa ajatellen? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)
 - Mitkä ovat suurimmat haasteet tiedon hankkimiseen ja yhteiskäyttöön liittyen (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)?
 - Mitä ominaisuustietoja pyöräilyverkostoon liittyvästä tiedosta on tällä hetkellä saatavilla ja miten arvioisitte näiden tietojen käytettävyyttä? (*ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Miten pyöräilyverkostoon liittyvä tieto on yhteensovitettavissa muiden liikummuotojen kanssa? (*tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Miten mielestänne nykyiset tietolähteet ja tietomallit vastaavat tiedon hyödyntäjien tarpeita? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät, ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Miten mielestänne nykyiset tietomallit ja ratkaisut vastaavat pyöräilijöiden tarpeita? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät, ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Miten mielestänne nykyiset pyöräverkostoa koskevat, Tampereen kaupungin tai seudun asukkaille tarjottava tieto / palvelut (kartat, verkkopalvelut, muu tieto) palvelevat pyöräilijöitä? (*ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
- Teema 3. Tulevat tietolähteet, tietomallit ja ratkaisut sekä niihin liittyvät tarpeet ja haasteet:
 - Mitkä ovat mielestänne tärkeimmät tietolähteet, joita voisi hyödyntää tulevissa pyöräilyverkostoa koskevissa tietomalleissa? (*tietolähteet ja*

tiedonkeruumenetelmät)

- Mitkä hierarkialuokat (mainitse jos epäselvää: pääväylät, alueväylät, paikallisväylät) tulisi mielestänne huomioida ensisijaisesti tietomallissa? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä, tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Mitkä pyöräilyverkostoa ja sen osia kuvaavat ominaisuustiedot ovat mielestänne ensisijaisesti tärkeimpiä pyöräilyverkon tietomallia ajatellen? *(ominaisuustiedot ja käsitelmä)*
 - Miten mielestänne pyöräilyverkkoon liittyvä tieto tulisi yhteensovittaa tietomallissa muiden liikkumismuotojen kanssa? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä)*
 - Mitkä ovat mielestänne tärkeimmät ja taas vähiten tärkeimmät päivitettävät tietokohteet pyöräilyverkostoa koskevan tietokannan ylläpitoon ja päivitykseen liittyen jatkossa? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi)*
 - Mikä tulisi mielestänne olla pyöräilyverkon geometriatiedon sijaintitarkkuus? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä, tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Mitä muita seikkoja pyöräilyverkostoa koskevan tietomallin / tietokannan suunnittelussa tulisi mielestänne muuten huomioida omaan kokemukseenne / työnkuvaanne perustuen? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä, tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Miten mielestänne pyöräilyverkkoon liittyvä tieto tulisi järjestää kansallisesti, että se palvelisi parhaiten niin kuntakohtaista kuin valtakunnallistakin käyttöä? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi)*
- Teema 4. Innovatiiviset ratkaisut: katse tulevaisuuteen!:
- Millä menetelmin pyöräilyverkkoon liittyvää tietoa voitaisiin kerätä tehokkaasti tulevaisuudessa? *(tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Miten pyöräilyverkkoon liittyvä tieto olisi ideaalilanteessa saatavilla ja hyödynnettävissä organisaatiossanne? *(tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Miten mielestänne pyöräilyverkkoon liittyvät palvelut tulisi toteuttaa Suomessa siten, että se palvelisi parhaiten itse pyöräilijöitä? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä)*
 - Millaiset pyöräilyverkon tietomalliin pohjautuvat palvelut palvelisivat pyöräilijöitä Tampereella / Tampereen seudulla parhaiten? *(ominaisuustiedot ja käsitelmä, tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi)*
 - Mitä muita ratkaisuja Tampereen kaupungin / seudun tulisi kehittää tulevaisuudessa, että nämä palvelut tukisivat Tampereen kaupunkiseudun kävelyn ja pyöräilyn kehittämisohjelman 2030 toteutumista? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä, tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*

Muihin organisaatioihin kuuluvat henkilöt

- Teema 1. Pohjustavat kysymykset ja yleiset näkemykset aiheesta:
 - Mikä on lyhyesti kuvailtuna työtehtävänne sisältö? (*taustatiedot*)
 - Millä lailla olette tekemisissä pyöräilyverkostoon liittyvän tiedon kanssa työtehtävänne kautta? (*taustatiedot*)
 - Miten pyöräilyverkostoon liittyvä tieto on saatavilla ja käytettävissä työnkuvaanne liittyen? (*ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Millaisiin pyöräilyyn ja pyöräilyverkostoon liittyviin ratkaisuihin olette tutustuneet / törmänneet työnne puitteissa tähän mennessä? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)
- Teema 2. Nykyiset tietolähteet, tietomallit ja ratkaisut sekä niihin liittyvät tarpeet ja haasteet:
 - Miten mielestänne pyöräilyverkostoa koskeva tieto on järjestetty ja saatavilla yleisesti kunnallisella ja valtakunnallisella tasolla? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)
 - Mitkä ovat mielestänne parhaat tietolähteet pyöräilyverkostotietoa ajatellen? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)
 - Mitkä ovat suurimmat haasteet tiedon hankkimiseen ja yhteiskäyttöön liittyen? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)
 - Mitä ominaisuustietoja pyöräilyverkostoon liittyvästä tiedosta on tällä hetkellä saatavilla ja miten arvioisitte näiden tietojen käytettävyyttä? (*ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Miten pyöräilyverkostoon liittyvä tiedon on yhteen sovitettavissa muiden liikkuvasuotojen kanssa? (*tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Miten mielestänne nykyiset tietolähteet ja tietomallit vastaavat tiedon hyödyntäjien tarpeita? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät, ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Miten mielestänne nykyiset tietomallit ja ratkaisut vastaavat pyöräilijöiden tarpeita? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät, ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
 - Miten mielestänne nykyiset pyöräverkostoa koskevat palvelut, joihin olette tutustuneet, palvelevat pyöräilijöitä? (*ominaisuustiedot ja käsitelmä*)
- Teema 3. Tulevat tietolähteet, tietomallit ja ratkaisut sekä niihin liittyvät tarpeet ja haasteet:
 - Mitkä ovat mielestänne tärkeimmät tietolähteet, joita voisi hyödyntää tulevissa pyöräilyverkostoa koskevissa tietomalleissa? (*tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)
 - Mitkä hierarkialuokat (mainitse jos epäselvää: pääväylät, alueväylät, paikallisväylät) tulisi mielestänne huomioida ensisijaisesti tietomallissa? (*tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitelmä, tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät*)

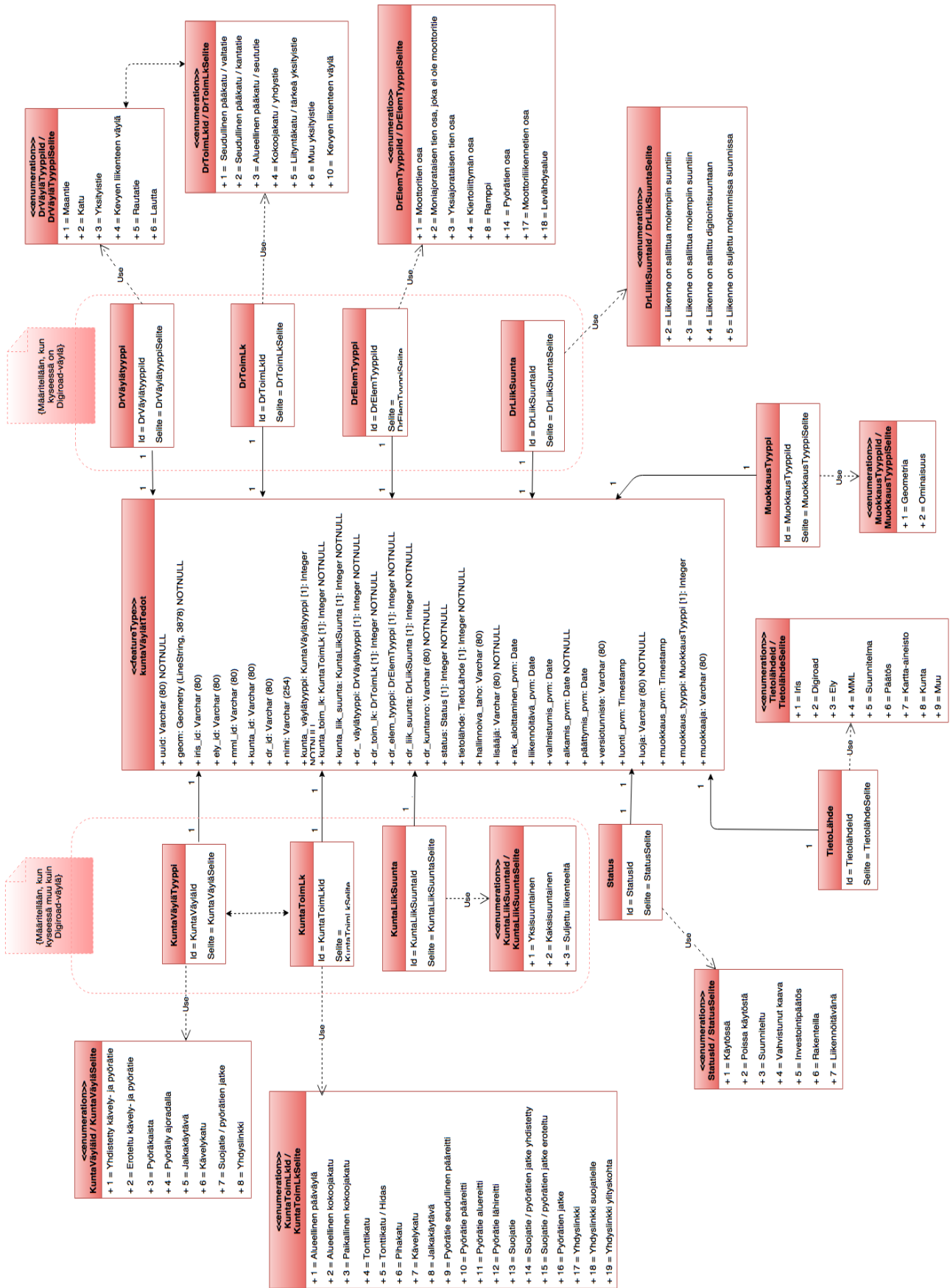
- Mitkä pyöräilyverkostoa ja sen osia kuvaavat ominaisuustiedot ovat mielestänne ensisijaisesti tärkeimpiä pyöräilyverkoston tietomallia ajatellen? *(ominaisuustiedot ja käsitemalli)*
 - Miten mielestänne pyöräilyverkostoon liittyvä tieto tulisi yhteen sovittaa tietomallissa muiden liikkumismuotojen kanssa? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitemalli)*
 - Mitkä ovat mielestänne tärkeimmät ja taas vähiten tärkeimmät päivitettävät tietokohteet pyöräilyverkostoa koskevan tietokannan ylläpitoon ja päivitykseen liittyen jatkossa? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi)*
 - Mikä tulisi mielestänne olla pyöräilyverkoston geometriatiedon sijaintitarkkuus? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitemalli, tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Mitä muita seikkoja pyöräilyverkostoa koskevan tietomallin / tietokannan suunnittelussa tulisi mielestänne muuten huomioida omaan kokemukseenne / työnkuvaanne perustuen? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitemalli, tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Miten mielestänne pyöräilyverkostoon liittyvä tieto tulisi järjestää kansallisesti, että se palvelisi parhaiten niin kuntakohtaista kuin valtakunnallistakin käyttöä? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi)*
- Teema 4. Innovatiiviset ratkaisut: katse tulevaisuuteen!:
 - Millä menetelmin pyöräilyverkostoon liittyvää tietoa voitaisiin kerätä tehokkaasti tulevaisuudessa? *(tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Miten pyöräilyverkostoon liittyvä tieto olisi ideaalitulanteessa saatavilla ja hyödynnettävissä valtakunnallisesti? *(tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*
 - Miten mielestänne pyöräilyverkostoon liittyvät palvelut tulisi toteuttaa Suomessa siten, että se palvelisi parhaiten itse pyöräilijöitä? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitemalli)*
 - Millaiset pyöräilyverkoston tietomalliin pohjautuvat palvelut palvelisivat pyöräilijöitä parhaiten? *(ominaisuustiedot ja käsitemalli, tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi)*
 - Mitä muita ratkaisuja eri kaupunkien / kaupunkiseutujen tulisi kehittää tulevaisuudessa, että nämä palvelut tukisivat Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallisen toimenpidesuunnitelma 2020 toteutumista? *(tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi, ominaisuustiedot ja käsitemalli, tietolähteet ja tiedonkeruumenetelmät)*

Liite 3. Esimerkki haastattelun litteroinnista (1/1)

	Diplomityön haastattelut – yhteenveto				
Nykytilanne	Termit ja käsitteet	Lauseet	Tietolähteet	Mahdollisuudet	Haasteet
Tietolähteet ja tiedonkeruun menetelmät					
Tiedon järjestäminen	kevyt liikenne, kunnat, pyöräilykartta, yhteisesti kerätty tietovarasto, seutukartta, digitaaliset lähteet avoin data, karttakartta	”..valtakunnallisesti kevarit on ihan hyvällä tolalla.”..kuntien pyöräytilistä hyvin vaihtelevasti..”..valtakunnallisella tasolla saatavilla, kyllä..mutta hyödyntäjä joutuu hommiin, mikäli haluaa sen kattavasti saada katu- ja maantieverkolta.”..kunnalliselta tasolta erittäin vaihtelevasti riippuen kunnasta.” ”Ei mieltä, miten pyöräilykartta menisi esim. navigaattoreihin tai sportstrackeriin sisälle.” (kuntatasolla) ”..(dataa) nykyisin hyvin saatavilla ja itse olen hyödyntänyt maanmittauslaitoksen ilmaisia aineistoja.”	Openstreetmap, Digiroad, Maanmittauslaitoksen aineistot	Rajalliset, kun aineistot rajalliset, avoin data	missä pyörätiet menee, Tieto ei ole järjestetty eikä sitä ole saatavilla. Vaikeasti tulkittavat aineistot, Maanmittauslaitokset aineistot: ainoastaan teiden vierellä kulkevat aineistot, taajamissa pyöräteitä ei merkitä
Tietolähteet	merkittävyyssuokittelu, keskilinjageometria, Geometria jostakin, ominaisuustiedot muualta, pyöräilyreitien visualisointi, analysointitarpeet, kaavakartta, ilmakuvat	”..kyllä niiltä voi kysyä (kunnan ihmisiltä), etenkin tällaista merkittävyyssuokittelua, mikä on niiden pääreitit..” ”..tiedon laatu vaihtelee suuresti..” ”En mieltisi hetkeäkään, käyttäisinkö OpenStreetMappia.” ”Pyöräilyverkkoinaistoa ei oikeastaan ole.” ”..jos lähtisin jostain muualta tutkimaan pyöteitä, lähtisin ilmakuvista liikkeelle..”..kaavakartat on tärkeitä..tarkastellaan, mitä suunnittelija on ajatellut mitä rakennetaan.”	Digiroad, tieosoteverkot, kartat, kunnan ihmiset, Openstreetmap, Ilmakuvat, kaavakartat (asemakaava)		Digiroadin tietokohteet, OpenStreetMapissa ei ole karjoittajia kaikissa kaupungeissa
Tiedon hankkiminen ja yhteiskäyttö	alueellinen kattavuus, HSL reittisopas, kartta, paikkatietoaineisto, topologisesti eheä malli, reittitys, standardi, seutukartta, kuntaliitto, KuntaGML	”..kaikkein isoin haaste on se, että..mistä valita mitä käytetään ja mikä on luotettavin..ja miten suhtautua siihen tietoon.” ”Voi ottaa Maanmittauslaitoksen tai kunnan aineistoa ja täydentää sitä” (OpenStreetMap-aineistoa). ”Kun tehdään karttakarttaa, se on karttakartta, ei se ole paikkatietoaineisto. Sieltä ei ole keskilinjaj-aineistoa tai semmosta tieverkkoa jota voisi reitittää.” ”..kukin kunta toteuttaa ne omista lähtökohdistaan..”..(yhteiset standardit) vanhenee nopeasti, jos sellaisia lähdetään luomaan.”..saattaa olla, että meillä olisikin jatkossa kunnilla yhtenäinen kartta-aineisto tarjolla (KuntaGML)..”	Openstreetmap, Maanmittauslaitoksen tai kunnan aineisto, Digiroad	OSM aineiston täydentäminen maanmittauslaitoksen tai kunnan aineistolla, yhteiset standardit, kuntaliiton hanke (KuntaGml, kuntien yhteinen kartta-tiedostopalvelut)	metatietojen puuttuminen, ei voi vertailla aineistoja, ominaisuustietojen harmonisoimattomuus, tiedon laatu vaihtelee suuresti, OpenStreetMap, alueellinen kattavuus huono. Monesta eri lähteestä tiedon täydentäminen ongelmallista, ei ole yhteisiä standardeja, kirjavat käytännöt, maanmittauslaitoksella oma luokituksensa
Hyödyntäjän tarpeet	pyöräilyreititkartat, pdf, saavutettavuusanalyysit, Digiroad	”..asiantuntijat joutuu näkemään aina projektikohtaisesti lisäävien, että ne saa sen aineiston vastaamaan sitä käyttötanetta.”..”..hyödyntäjät ei nää, mikä työ aineistoon on tehty kun se on tullut hyödyntäjälle asti..” ”..Digiroadissa pyörätien kannalta ei kovin hyvin, OSM:ssa paljon paremmin koska OSM:ssa tietomalli on paljon paremmin muokkailtavissa..”..OSM tarvitessa se palvelee tietomallin osalta..” ”Tavallaan mikä on viranomaisten keräämää tietoa, ei semmoista ole..ja sit taas jos ajatellaan yhteisöllisesti kerättyä tietoa, niin kyllä se vastaa mutta varmasti niinkään pitkälle kun vois mennä..” ”..ottivat (saavutettavuusanalyysiin) Digiroadin ja tekivät Digiroadin mittavakin lisäyksiä.”..”..esitystavan karttatekninen ongelma on se, että pyöräilyä on käytännössä piirretty kulkemaan sen kadun veressä (pyöräilykartassa).. eli ei mittakaavatarkka” ”..aineisto ei kattava ja siinä ei ole kaikkia väyliä..” ”..riippuu mikä se tarve on, mihin sitä hyödynnetään..jos mietitään verkoston kehittämistä niin tieto ei ole kovin hyvää..” ”..pyöräilijöiden ensisijainen tarve on tietää missä pyörätie ensisijaisesti menee..geometria täytyis olla kasassa.”..kattavet geometriat ja ne näkyy jossain sopivassa sovelluksessa.”..”..tiedot sen jälkeen on päälystetieto (myös maantiet), pyörätien kunnossapitoluokka (arkipyöräilijöille) ja pääväylä.” ”Vaikea sanoa..pyöräilyä on niin monenlaista.” ”On järjestömmän vaikeaa operoida kartan kanssa, täytyy olla navigaattori kutenkin...”(puhuttaessa vuokrapiöräilijöistä) ”..kartta (pääkaupunkiseudun pyöräilykartta) on luotu ainoastaan tätä käyttötarkoitusta varten ja se on aika hankala muuttaa mihinkään muuhun käyttötarkoitukseen..”	Google, SportsTracker, Viranomaisten keräämä tieto, yhteisöllisesti kerätty tieto	OSM:n työkalut ja ominaisuustietojen päivitys, saavutettavuusanalyysit	ei yhteistä julkista aineistoa, aineiston metatiedot, Ei niin paljon tiedon käyttäjiä tai keräjiä, alueellinen kattavuus
Käyttäjän tarpeet	tarve, verkoston kehittäminen, navigaattori, geometria, sovellus, pyöräilijä, päälyste, pääväylä, kunnossapito, valaistus, pyöräilijätyypit, avoin data, liikenneväylät, pääkaupunkiseudun pyöräilykartta,			navigaattorit, kunnossapito, pyöräilykartan aineisto kiinnostaa	ei tiedetä paremmasta, Puuttuu tietoa, tutkimus, alueellinen kattavuus, mittakaavatarkkuus
Ominaisuustiedot ja käsitemalli					
Ominaisuustiedot	päälystetieto, väyläluokitus, Digiroad, tielaki	”..onhan niiltä vaikka mitä..tietoja kerätty projektittain..tietystä kunnista”..ne on luokiteltu eri tavoin..” ”..jos asia täytyy saada valtakunnallisesti alkuun, niin ei ole toivelta muille ominaisuustiedoille jotka olis aina siinä geometrian mukana..” ”On sidottu jonkin verran ominaisuustietoja, mutta esimerkiksi päälystetieto olis tärkeä..” ”Esim. Openstreetmapissa on mutta Digiroadissa ei ole, joillakin kaupungeilla vammaan on...” ” ”Ongelma Openstreetmapissa on, että siellä voi olla ihan mitä vaan...” ”..Digiroadin ominaisuustietoluokitus on pyöräilyn ja jalankunnalla puutteellinen..” ”..ottaa huomioon, minkälaisia erilaisia pyöräteitä on tarjolla..”	Openstreetmap,	liikenne ja vesticntäministeriön työryhmat	tietojen yhdenmukaisuus, geometrian puutteellisuus, ominaisuustietojen puute, Voi olla vaikea saada tietoja irti kaupungeilta, Openstreetmapin ominaisuustietojen kattavuus, ei valtakunnallista lähdettä
Hyödyntäjän tarpeet					
Käyttäjän tarpeet					
Olemassa olevat palvelut	situational speed, arkipyöräilijä, urheilupyöräilijä, navigaattorisovellukset ,HSY, reittiopas	”..situational speed-juttua moottoripyöräilijöille..” ”..tydyttävä pyöräkartta tuotettu..”..”..sujuusnavigaattori on minkä tiedän..suunniteltu ensisijaisesti arkipyöräilyn tarpeisiin..” ”...hyvin suuri osa heistä (aktiivipyöräilijöistä) käyttää navigaattorisovelluksia ja seuraavat sillä omia lenkkejään ja myös siirtävät niitä kartalle tarpeen tullen..”	SportsTracker, Strava, Sujuusnavigaattori	tiedon jako	eri pyöräilijäryhmien erottaminen, tiedon luotettavuus
Tietokannan rakenne, elinkaarimalli ja ylläpitoprosessi					
Yhteensovittaminen	MAAS, matkaketju, yhteenkytkettävyys, reittiopas, linkit, solmut, solmutus, sopimuskysymys, topologinen eheys, multimodaali-verkosto, tietomalli, Microstation, MapInfo, Qgis, webbisovellukset, FME, yhdistävyysanalyysi	”..on sitä pohdittu kauheesti..”..”..hyvä olla jonkinlaiset stepit, mitä me tarvitaan nyt ja onko se pelkästään pyöräilyä palvelevaa..ja mikä on tavoiteltunne..” ”..geometrian puolelta..voidaan nähdä kysymyksenä miten geometriatieto pyöräverkon puolelta saadaaan kytkettyä autoradan geometriaan..se on yhden aineiston tietomallikysymys.”(OSM:n ja DR:n yhdistäminen)..miten solmutetaan ja miten pidetään noodit ja linkit paikallaan..” ”Sen tiedän, että viranomaisaineistoissa ei ole otettu huomioon..” (topologinen eheys, multimodaalisuus) ”..omassa aineistossa ratkaistu siten, että ollaan piirretty oma tietoluokka, jota kutsutaan linkiksi..joka yhdistää pyörätien ajorataan tai jalkakäytävään..”	Viransomaisaineistot	analyysit, tietomallien muokkaus	tavoite, yhteensovitettavuus, linkitys, Topologinen eheys, ohjelmallinen yhteensovittaminen

Tietolähteet / Aineistot	Ominaisuuksiedot	Hierarkialuokat	Geometriatarkkuus	Päivitys / elinkaari	Tarpeet / Hyödyntäjä	Tarpeet / Käyttäjä
Digiroad, Digiroad II, Opensstreetmap, Maastotietokanta, DEM, Maastonmittaukset, Ilmakuvat, IRS, Pyöräbysäkit, tiedot muilta kunnilla, Iltan jakehutiet, Paikkatietobikkuna, kartat.tampere.fi, Stella-järjestelmä, suunnittelupalvelut, Ely-väylät, Katulupajärjestelmä, Tiedot käyttäjiltä, Sports Tracker, Google, Kaupungin muut rekisterit, Muut mobiilisovellukset, Kantakartta, Strava, Kuntien katutietojärjestelmät, Maanmittauslaitoksen muut aineistot, Tiesoteleverkko, Kaavakartat (asemakaava), Liikenneviraston tierekisteri, Aurautot, Postin autot, Digiroad 2, joukkoistaminen, puhelimet, itse yhdisteltyt aineistot, TALL-aineisto, kartanpiirittöy, Sujuvuusnavigaattori, teleoperaattorit, passiivinen tiedonkeruu,	hierarkiakuokitus (pääverkko, alueverkko, lähiverkko), toiminnallinen luokka, pintamateriaali (asfaltti, sora, muu, kevytkulku päällyste, kevytkulku sora), kunnossapitoluokka (menee pääasiassa väylän hierarkiakuokan mukaan), suojat, alkukulu, ylikulu, jyrkät mäet, valaistus, väylätyyppi (yhdistelty vai eroteltu), liikennemäärä, väylätyyppi, leveys, kulkijamäärät, pinnan kunto, risteyspisteistä liikennevalot, suojatiet, väistämisyjärjestely, nopeus ajoradalla, ehdolliset yksisuuntaisuudet, kausittain käytettävät väylät, poikkielekkaus, viihtyisyys, poissa käytöstä olevat reitit, kohteet reitin varrella, hidastepisteet, geometriatiedot, jalkakäytävät, liikennevalot, vaihteisuus,	hierarkiakuokat seudullinen pääreitti, muu pääreitti, alueverkko, kunnossapito, paikallisreitti, alueriitti, analyysitarkeitus, vaihtelu hierarkiakuokan sisällä, hierarkiat, oikeat pyöräreitit, puistotie, polut, olemassa oleva luokittelu, lähiverkko, yhdistävä luokka, muu luokka, oma luokka ajoradalle (autoliikenne)	alle puoli metriä, reititys, jotakin metrejä, gps:n normaallitarkkuus, jalankulku, autotie, kävelykatu, n. Metriri tarkkuus, kansalaiselle ja suunnittelijalle eri tarkkuus, käyttäjä, suunnittelu n. 0,5 m.	käyttäjämäärä, vauriot, geometrian muutokset, kulunohjaaminen, työmaat, poikkielekkaus, korkeustieto, elinkaarisäännöt, paikkatietokohteen elinkaaret, noudi, linkki, tuleva verkko, tiettyöt, kunnossapitotiedot, yleisesti reitittiedot, pintamateriaali, puutteet, korjattavat kohteet, pyöräilymäärät, dynaaminen tieto, kiellot	kaavahankkeet, verkotarkastelut, pyöräbysäköinnin suunnittelu, pyörätilastot, liikennelaskennat, kaupunkitutkimus, saavutettavuusanalyysit, kehitystyö, Tampereen kantakaupungin yleiskaava 2040, uusien asuinalueiden mallintaminen, seudullinen kehittäminen, pyöräilyn edistäminen, pyöräilyverkko, työmatkallikenteen mallintaminen pyöräverkkoon, reitinvaihtoehtojen vertailu kaavoituksessa, tarkemmat analyysit, pyöräilykartat, selvitykset, avoin data, rajapinta, yksilöivät tunnuksat, koontietokanta, latauspalvelu	reititopas, reititys, sovellukset, eri pyöräilyryhymät, työmatkapyöräily, harrastepyöräily, virkistyspyöräily, pyörämatkailu, talvipyöräily, mobiiliversiot, kunnossapitotieto, kuntotieto, pyöräparkit, matkakeijut, akkautettu julkinen liikenne, multimodaalinen, sekallikenne, liityntäpysäköinti, kaltevuustieto, helpokäyttöisyys, selkeys, tiettyöt, työmaat, keltioto, pintamateriaalit, uudet väylät, poistuvat väylät, epäviralliset väylät, sujuvuus, viihtyisyys, palautekanava, reitin suunnittelu, karttapalvelu, nähtävyydet, valaistus, navigaattori, avoin data, opastuspalvelu
Vaihe 1						
Vaihe 2						
Vaihe 3						
Vaihe 4						

	Tietolähteet / Aineistot	Ominaisuustiedot	Hierarkialuokat	Geometritarkkuus	Päivitys / elinkaari	Tarpeet / Hyödyntäjä	Tarpeet / Käyttäjä
	Geometria: Digiroad, TALL-aineisto, Tampereen viralliset pyöräilyreitit -aineisto; Ominaisuustiedot: IRS, Stella-järjestelmä, suunnittelupalvelut, Tukevat aineistot: Ely-väylät, Maastotietokanta, Maastomittaukset, Karttakartta, kartanpiiritys, Ilmakuvat	geometriatiedot, toiminnallinen luokka (hierarkialuokitus: pääverkko, kunnossapitoluokka (menee pääasiassa väylän hierarkialuokan mukaan), yhdysväylä, pintamateriaali (asfaltti, sora, muu, kevytkulku päällyste, kevytkulku sora), suojatie, alkukulku, ylikulku, väylätyyppi (pyöräväylien tiedot mukaisesti), väylän pituus, suunnitellut väylät, jatkakäytävät	olemassa oleva luokittelu, seudullinen pääreitti, muu pääreitti, alureitti, paikallisreitti, oikeat pyöräreit, lähiverkko, yhdistävä luokka, muu luokka, oma luokka ajoradalle (autoliikenne)		geometrian muutokset, elinkaarisäännöt, paikkatietokohteen elinkaaret, noodit, linkki, tuleva verkko, jokaisella metrejä, pyöräile autoile- erottelu, ominaisuudella oma aikaleima	verkkojen tarkastelut, uusien asuinalueiden mallintaminen, pyöräilyverkko, työmatkailuliikenteen mallintaminen pyöräverkkoon, reitinvaihtoehtojen vertailu kaavoituksessa, pyöräilijäryhmiä, työmatkapyöräily, harrastepyöräily, virkistyspyöräily, sekaliikenne, pintamateriaalit, karttapalvelu,	
Vaihe 1	Katutietojärjestelmät, Kaupungin muut rekisterit, Maanmittauslaitoksen muut aineistot, DEM, Kaavakartat (asemakaava), Pyöräpysäkit, Esteet?	yrjykät määdet, valaistus, poissa käytössä olevat reitit, kausittain käytettävät väylät, ehdolliset yksisuuntaisuudet, väylän leveys, nopeus ajoradalla, pistekohtaiset esteet, pysähdyskaset, pyöräpysäköinti, muut palvelut	puisto- ja kunnossapito, analyysitarkoituks,	n. Metrin tarkkuus,	poikkileikkaus, korkeustieto, pintamateriaalin muutokset	saavutettavuusanalyysit, kehitystyö, Tampereen kantakaupungin yleiskaava 2040, seudullinen kehittäminen,	valaistus, avoin data, pyöräparkit, opastuspalvelu, kaltevuustieto, pyörämatkailu, navigaattori, matkakehitykset, aikataulutettu julkinen liikenne, multimodaalinen, liityntäpysäköinti, tietyt, työmaat,
Vaihe 2	Digiroad II, Openstreetmap, Katulupaajärjestelmä, Tiedot käyttäjiltä, joukkoistaminen, Muut mobiilisovellukset, Viitotustiedot?	risteyspisteistä liikennevalot, hidaste- ja väisämisjärjestely, pistekohtaisia viitoitus- ja varoitukset, väylämerkintä, työmaat	valittelu hierarkiatason sisällä,	suunnittelu n. 0,5 m., alle puoli metriä, suunnittelijan tarkkuus	kulunohjaaminen, työmaat, tietyt, käyttäjämäärä, puutteet korjattavat kohteet, pyöräilymäärät, dynaaminen tieto, kielot, kunnossapitotiedot, vauriot,	pyöräpysäköinnin suunnittelu, pyöräilyn edistäminen, pyöräiläistiedot, tarkemmat analyysit, kaupunkitutkimus,	sujuvuus, viihtyisyys, epäviralliset väylät, palauttekanava, nähtävyydet, kunnossapitotiedot, kielitieto, talvipyöräily,
Vaihe 3	Auraautot, Postin autot, teleoperaattorit, Strava, SportsTracker, Google	liikennemäärä, kohteet reitin varrella, viihtyisyys, pinnan kunto, soveltuvuus	polut,	gps:n normaalityrkkuus			
Vaihe 4							



Yhteiset

Tunnukset

uuid: Tietokantajärjestelmän muodostama linkin yksilöivä tunnus

geom: Objektin geometriatyyppi

IRIS_id: IRIS-järjestelmästä tuotujen geometrioiden yksilöivä tunnus

ely_id: Ely-keskuksen tietolähteestä tuotujen geometrioiden yksilöivä tunnus (käyttö mahd. tulevaisuudessa)

mml_id: Maanmittauslaitoksen (esim. KMTK) tietolähteestä tuotujen geometrioiden yksilöivä tunnus (käyttö mahd. tulevaisuudessa)

kunta_id: Eri kuntien tietolähteistä tuotujen geometrioiden yksilöivä tunnus

Päivämäärä-tyypin ominaisuudet

alkamis_pvm: Päivämäärä, jolloin geometria tuodaan tietokantaan

päättymis_pvm: Päivämäärä, jolloin väylä poistuu pysyvästi käytöstä

rak_aloittaminen_pvm: Päivämäärä, jolloin SURAVAGE-geometrian mukaisen väylän rakentaminen aloitetaan

liikennöitävä_pvm: Päivämäärä, jolloin SURAVAGE-geometrian mukainen väylä on liikennöitävänä

valmistumis_pvm: Päivämäärä, jolloin väylä valmistuu liikennöitäväksi kaikille

luonti_pvm: Päivämäärä, jolloin uusi geometria luodaan tietokantaan

muokkaus_pvm: Päivämäärä, jolloin väylän geometriaa tai ominaisuustietoja muokataan

Muut

nimi: Väylän osan nimi (esim. kadunnimi, tiennimi) tietolähteen mukaan

hallinnoiva_taho: Taho, joka vastaa väylän hallinnoinnista (esim. valtio, kunta, Ely-keskus jne.)

lisääjä: tieto henkilöstä, joka lisää uuden geometrian tietomalliin (esim. käyttäjätunnuksen perusteella automaattisesti luotava)

luoja: tieto henkilöstä, joka luo uuden geometrian tietomalliin (esim. käyttäjätunnuksen perusteella automaattisesti luotava)

muokkaaaja: tieto henkilöstä, joka muokkaa geometriaa / ominaisuustietoja tietomalliin (esim. käyttäjätunnuksen perusteella automaattisesti luotava)

versiotunniste: järjestelmän automaattisesti luoma tunniste (esim. 1.0 → juokseva numerointi), joka kertoo tietokohteen version muokkauksen jälkeen.

Kuntien väylätiedot

kunta_vaylätyyppi

Kuvaus: Tien tai pyörätien fyysinen tai liikenteellinen ominaisuustieto kansalliseen selvitykseen perustuen (Liikennevirasto 2015). Tähän luokitteluun on täydennetty

väylätyypit suojateiden / pyöräteiden jatkeiden ja yhdyslinkkien osalta.

Arvot:

- 1 Yhdistetty kävely- ja pyörätie
- 2 Eroteltu kävely- ja pyörätie
- 3 Pyöräkaista
- 4 Pyöräily ajoradalla
- 5 Jalkakäytävä
- 6 Kävelykatu
- 7 Suojatie / pyörätien jatke
- 8 Yhdyslinkki

kunta_toim_luokka

Kuvaus: Linkin toiminnallisen luokan määrittäminen käytettävään tietolähteeseen / tiedon tallentajan määrittelyyn perustuen.

Arvot:

- 1 Alueellinen pääväylä
- 2 Alueellinen kokoojakatu
- 3 Paikallinen kokoojakatu
- 4 Tonttikatu
- 5 Tonttikatu / hidas
- 6 Pihakatu
- 7 Kävelykatu
- 8 Jalkakäytävä
- 9 Pyörätie seudullinen pääreitti
- 10 Pyörätie pääreitti
- 11 Pyörätie aluereitti
- 12 Pyörätie lähireitti
- 13 Suojatie
- 14 Suojatie / pyörätien jatke yhdistetty
- 15 Suojatie / pyörätien jatke eroteltu
- 16 Pyörätien jatke
- 17 Yhdyslinkki
- 18 Yhdyslinkki suojatielle
- 19 Yhdyslinkki ylityskohta

kunta_liik_suunta

Kuvaus: Liikennevirran suunta tai määritelmä, jos väylä / väylän osa on suljettu liikenteeltä.

Arvot:

- 1 Yksisuuntainen
- 2 Kaksisuuntainen
- 3 Suljettu liikenteeltä

Digiroad- väylätiedot

dr_väylätyyppi

Kuvaus: Digiroadin väylätyypillä liikenne-elementit luokitellaan maanteiksi, kaduiksi, yksityisteiksi, kevyen liikenteen väyliksi, lautoiksi ja rautateiksi. Kevyen liikenteen väylistä on mukana vain tieverkosta esim. viherkaistalla erotetut tai muuten selvästi erillään olevat kevyen liikenteen väylät (Digiroad 2014).

Arvot:

- 1 Maantie
- 2 Katu
- 3 Yksityistie
- 4 Kevyen liikenteen väylä
- 5 Rautatie
- 6 Lautta

dr_toim_luokka

Kuvaus: Digiroadin väylien toiminnallinen luokittelu, joka kuvaa väylän liikenteellistä tärkeyttä osana liikenneverkkoa.

Arvot:

- 1 Seudullinen pääkatu / valtatie
- 2 Seudullinen pääkatu / kantatie
- 3 Seudullinen pääkatu / seututie
- 4 Kokoojakatu / yhdystie
- 5 Liityntäkatu / tärkeä yksityistie
- 6 Muu yksityistie
- 7 Kevyen liikenteen väylä

dr_elem_tyyppi

Kuvaus: Digiroadin tie-elementin tyyppi; määritelmä tien tai kadun liikenteellisestä tärkeydestä.

Arvot:

- 1 Moottoritien osa
- 2 Moniajorataisen tien osa, joka ei ole moottoritie
- 3 Yksiajorataisen tien osa
- 4 Kiertoliittymän osa
- 5 Ramppi
- 6 Pyörätien osa
- 7 Moottoriliikennetien osa
- 8 Levähdysalue

dr_liik_suunta

Kuvaus: Digiroad-väylien viikennevirran suunta määritettynä suhteessa liikenne-elementin digitointisuuntaan (Digiroad 2014)

Arvot:

- 1 Liikenne on sallittua molempiin ajosuuntiin
- 2 Liikenne on sallittu digitointisuuntaa vastaan
- 3 Liikenne on sallittu digitointisuuntaan
- 4 Liikenne on suljettu molemmissa suunnissa

status

Kuvaus: Väylän käytön tilaa kuvaava ominaisuus. Luokittelussa on huomioitu myös SURAVAGE-geometrioiden luokittelu väylän suunnittelu- ja valmistumisasteen mukaan. Myös kausittaisesti poissa käytössä oleville väylille (esim. väylät, jotka hiihtolatuina talvella) sekä käytöstä pysyvästi poistettaville väylille on määritetty oma status.

Arvot:

- 1 Käytössä
- 2 Poissa käytöstä
- 3 Suunniteltu
- 4 Vahvistunut kaava
- 5 Investointipäätös
- 6 Rakenteilla
- 7 Liikennöitävänä

tietolähde

Kuvaus: Väylätiedon alkuperäinen tietolähde, josta väylän geometria ja ominaisuustiedot on lisätty tietomalliin.

Arvot:

- 1 IRIS
- 2 Digiroad
- 3 Ely
- 4 MML
- 5 Suunnitelma
- 6 Päätös
- 7 Kartta-aineisto
- 8 Kunta
- 9 Muu

muokkaus_tyyppi

Kuvaus: Muokkauksen yhteydessä käyttäjän määrittämä muokkauksen tyyppi. Muokkaus aiheuttaa versiotunnisteen, muokkaus_pvm ja muokkaaja attribuuttien automaattisen muutoksen.

Arvot:

- 1 Geometria
- 2 Ominaisuus

PostGIS

Sarake: geom
 Geometria: LINESTRING
 Uloottuvuudet: 2
 Spatiaalinen viite: ETRS89 / ETRS-GK24FIN (3878)
 Arvioitu laajuus: 24416552.00000, 6759035.50000 - 24552074.00000, 6931773.50000
 Rajat: (tuntematon) [löydettiin](#)

Kentät

#	Nimi	Tyyppi	Pituus	Tyhjä	Oletus
1	uuid	int4	4	N	nextval('liikenneverkot.kunta_vaylatiedot_uuid_seq'::regclass)
2	geom	geometry (LineString,3878)		Y	
3	iris_id	varchar (80)		Y	
4	dr_id	varchar (80)		Y	
5	ely_id	int4	4	Y	
6	mml_id	varchar (80)		Y	
7	kunta_id	varchar (80)		Y	
8	nimi	varchar (254)		Y	
9	kunta_vaylatyyppi	int4	4	Y	
11	kunta_toim_ik	int4	4	Y	
14	kunta_liik_suunta	int4	4	Y	
15	dr_vaylatyyppi	int4	4	Y	
17	dr_toim_ik	int4	4	Y	
19	dr_elem_tyyppi	int4	4	Y	
21	dr_liik_suunta	int4	4	Y	
23	dr_kuntanro	varchar (80)		Y	
25	status	varchar (80)		Y	
27	tietolahde	varchar (80)		Y	
28	hallinnoiva_taho	varchar (80)		Y	
29	lisaaja	varchar (80)		Y	
30	rak_aloittaminen_pvm	date	4	Y	
31	liikenneitava_pvm	date	4	Y	
32	valmistus_pvm	date	4	Y	
33	alkamis_pvm	date	4	Y	
34	paattymis_pvm	date	4	Y	
35	versiotunniste	varchar (80)		Y	
36	luonti_pvm	timestamp	8	N	now()
41	luoja	varchar		N	"current_user"
45	muokaus_pvm	timestamp	8	Y	
46	muokkaaja	varchar		Y	

Reunaehdot

Nimi	Tyyppi	Sarake(Sarakkeet)
kunta_vaylatiedot_pkey	Perusavain (Primary key)	uuid

Indeksit

Nimi	Sarake(Sarakkeet)
sidx_kunta_vaylatiedot_geom	geom

Liipasimet

Nimi	Funktio	Tyyppi	Sallittu
update_lastmodified_modtime (delete)	update_lastmodified_column	Before UPDATE for each row	Kyllä (disable)
update_lastmodified_current_user (delete)	update_current_user_column	Before UPDATE for each row	Kyllä (disable)

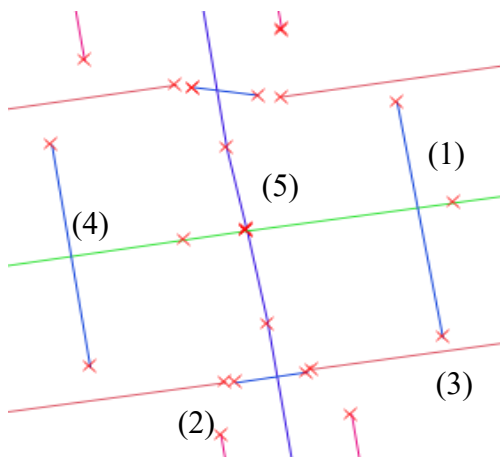
[Kaikki liipasimet käyttöön](#) / [Kaikki liipasimet pois käytöstä](#)

Esimerkki 1. Jalkakäytävien ja suojateiden digitointi

Säännöt:

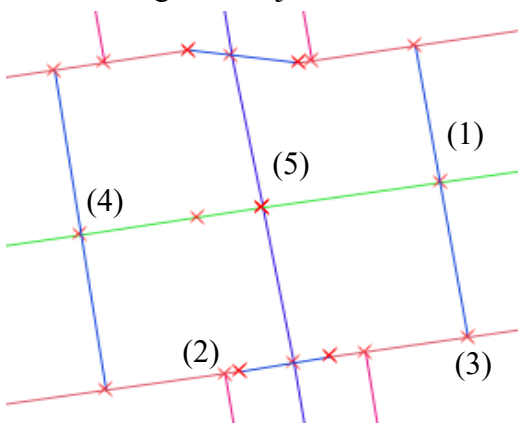
- Digitoidaan uusi linkki, luokitellaan ROUTETYPE: Suojatie; FUNCCLS ja TYPE: Suojatie, Suojatie yhdistetty, Suojatie eroteltu (1).
- Jalkakäytävälinkkien solmupisteet digitoidaan yhteen (2).
- Digitoidaan kiinni verteksillä siihen kohtaa jalkakäytävä- tai KLV-linkkiä, johon tukiaineiston perusteella / tarkkuudella yhdistyy (3).
- Digitoidaan suojatielinkille ja sen kanssa risteävälle katulinkille yhteinen verteksi (myöhempi reititys) (4).
- Digitoidaan risteävät kadut yhteen kohdissa, joissa ei yhteistä solmupistettä tai verteksiä (5).
- Digitoidaan muissakin risteävissä väylissä yhteinen verteksi risteyskohtaan (topologian varmistaminen myöhemmin).

Lähtötilanne:



- ALUEELLINEN KOKOOJAKATU
- ALUEELLINEN PÄÄVÄYLÄ
- JALKAKÄYTÄVÄ
- KLV ALUEREITTI
- KLV LAATUKÄYTÄVÄ
- KLV LÄHIREITTI
- KLV PÄÄREITTI
- KÄVELYKATU
- PAIKALLINEN KOKOOJAKATU
- PIHAKATU
- SUOJATIE
- TONTTIKATU
- TONTTIKATU/HIDAS

Tilanne digitoinnin jälkeen:



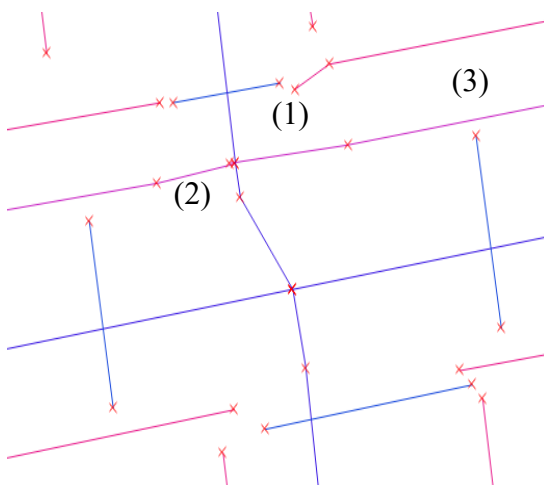
- ALUEELLINEN KOKOOJAKATU
- ALUEELLINEN PÄÄVÄYLÄ
- JALKAKÄYTÄVÄ
- KLV ALUEREITTI
- KLV LAATUKÄYTÄVÄ
- KLV LÄHIREITTI
- KLV PÄÄREITTI
- KÄVELYKATU
- PAIKALLINEN KOKOOJAKATU
- PIHAKATU
- SUOJATIE
- TONTTIKATU
- TONTTIKATU/HIDAS

Esimerkki 2: Risteyskohdan digitointi Eroteltu JK/PP tapauksessa.

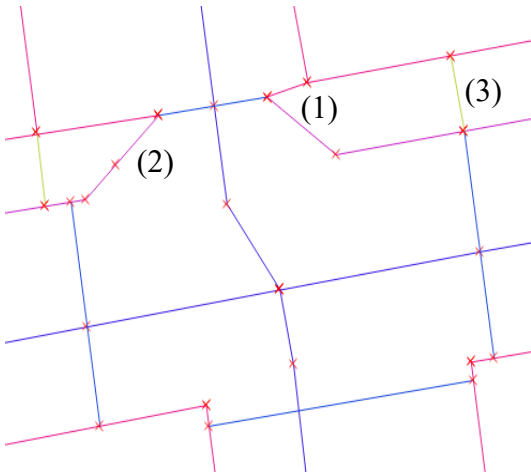
Säännöt:

- Jos Suojatie yhdistetty tai eroteltu, digitoidaan jalkakäytä- ja KLV-linkin päät yhteen kohdassa, jossa suojatielinkki alkaa, näille yhteinen solmupiste (1).
- Jos IRIS KLV- linkki jatkuu yhtenäisenä katulinkin yli, katkaistaan tämä linkki (eri id:t) ja kahden linkin väliin digitoidaan suojatie (2).
- Yhdyslinkin käyttö: yhteys suojatielle (3).

Lähtötilanne:



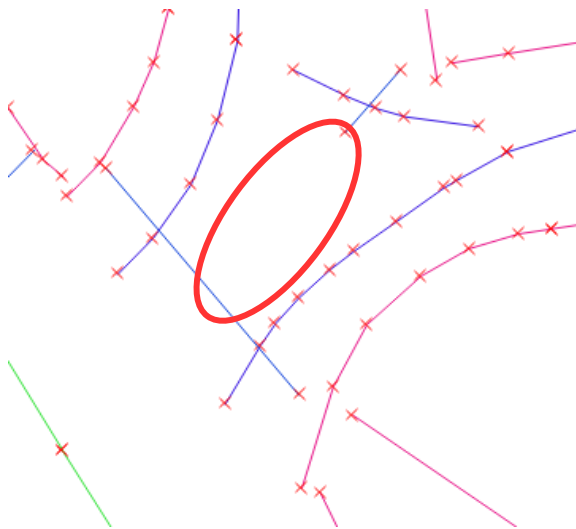
Tilanne digitoinnin jälkeen:



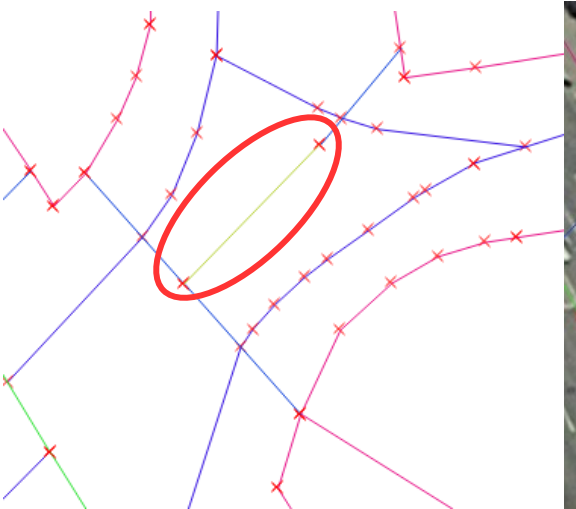
Esimerkki 3. Yhdyslinkin käyttö liikenteenjakajan kohdalla

Säännöt:

- Yhdyslinkki: yhteys suojatielle.
- Mikäli yhdistettävien linkkien välinen etäisyys on suurempi kuin 5 metriä.



Tilanne digitoinnin jälkeen

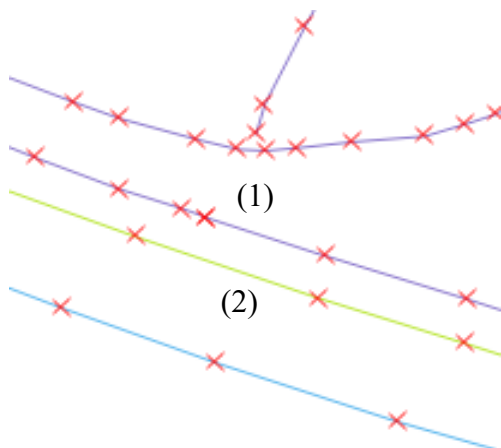


Esimerkki 4. Yhdyslinkin käyttö – yhteys ajoradalle

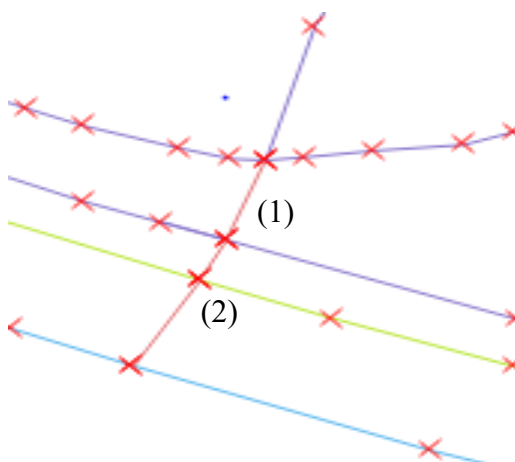
Säännöt:

- Yhdyslinkki: yhteys ajoradalle (1)
- Yhdyslinkki: ylityskohta (2).

Lähtötilanne



Tilanne digitoinnin jälkeen

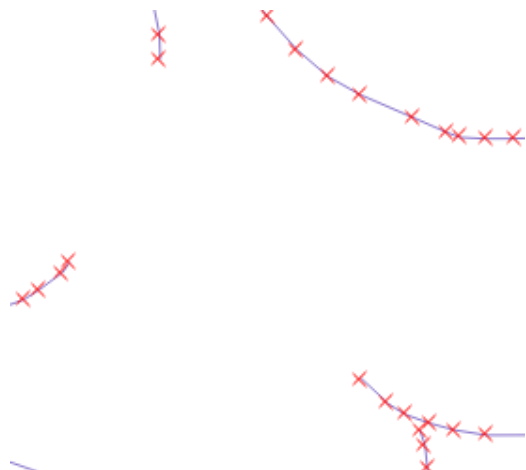


Esimerkki 5. Yhdyslinkki – ylityskohta: kenttä

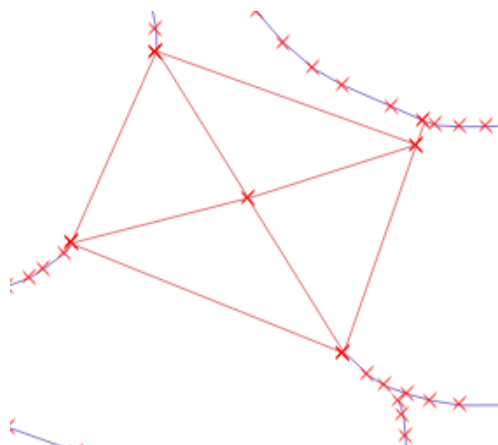
Säännöt:

- Yhdyslinkki: ylityskohta.

Lähtötilanne



Tilanne digitoinnin jälkeen

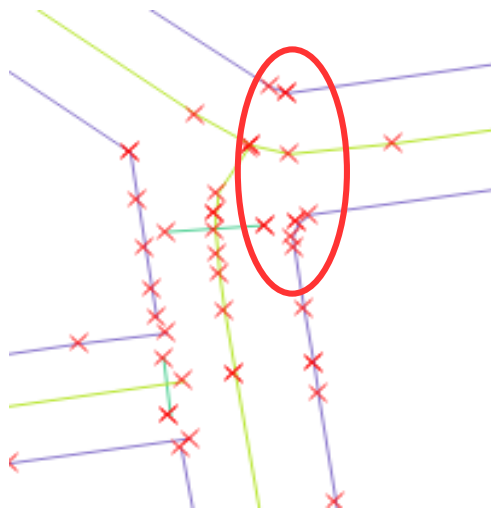


Esimerkki 6. Yhdyslinkki – ajoradan ylitys

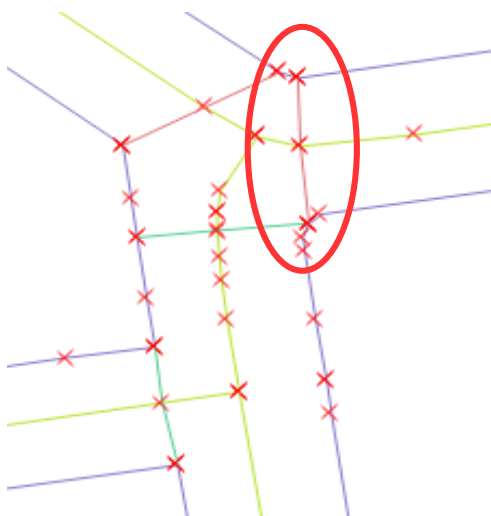
Säännöt:

- Yhdyslinkki: ylityskohta (ajoradan ylitys muualla kuin suojatien kohdalla).

Lähtötilanne



Tilanne digitoinnin jälkeen

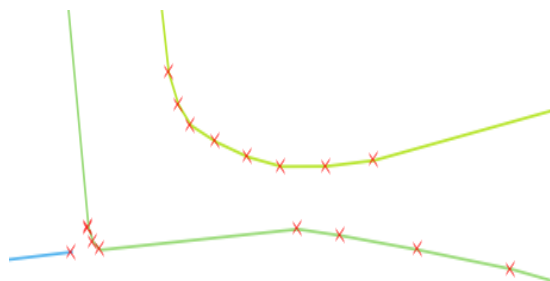


Esimerkki 7. Yhdyslinkki – yhteys ajoradalle

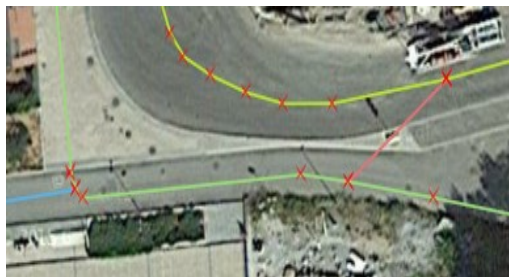
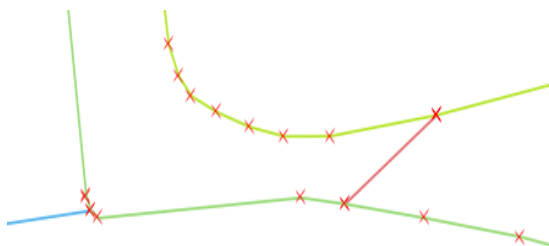
Säännöt:

- Yhdyslinkki: yhteys ajoradalle.

Lähtötilanne



Tilanne digitoinnin jälkeen

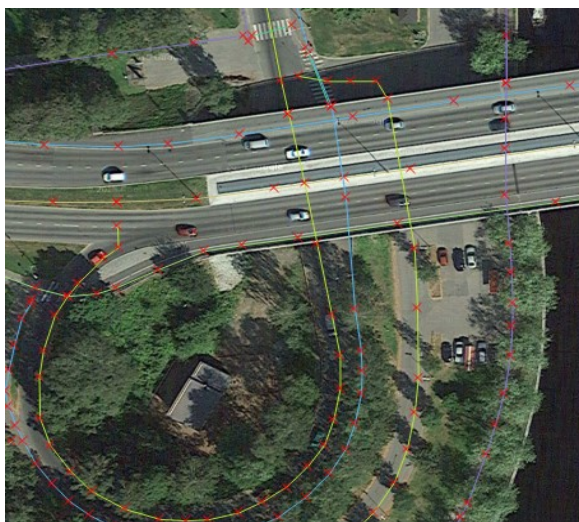
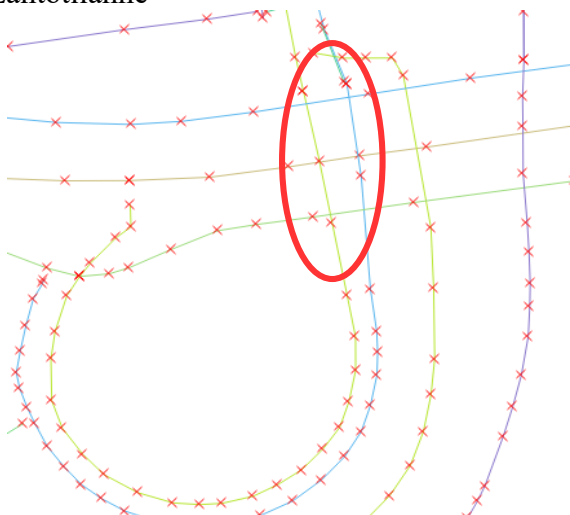


Esimerkki 8. Yli- tai alikulun digitointi

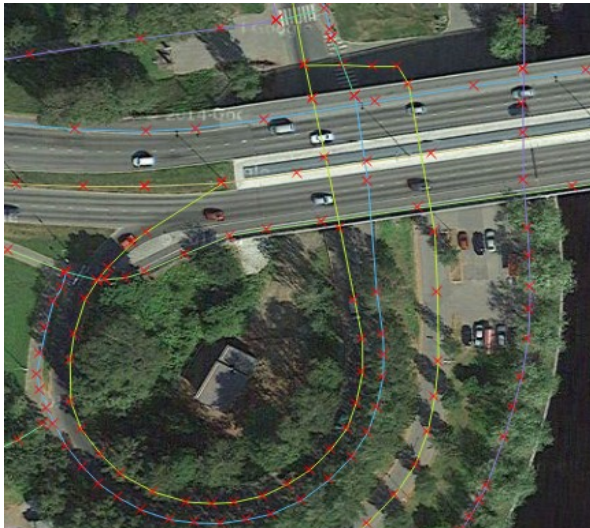
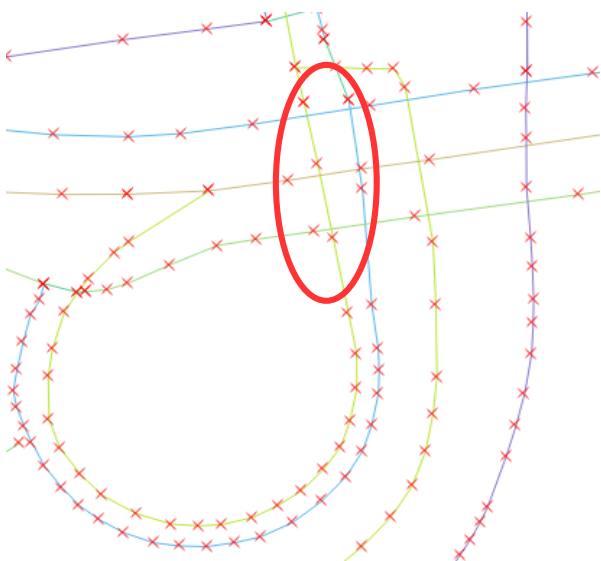
Säännöt:

- Jos kaksi linkki risteää, digitoidaan risteyskohtaan verteksi (paitsi ali- ja ylikulku).
- Ali- ja ylikulkujen kohdalla varmistetaan, että linkit eivät yhdisty verteksillä tai noodilla toisiinsa.

Lähtötilanne



Tilanne digitoinnin jälkeen



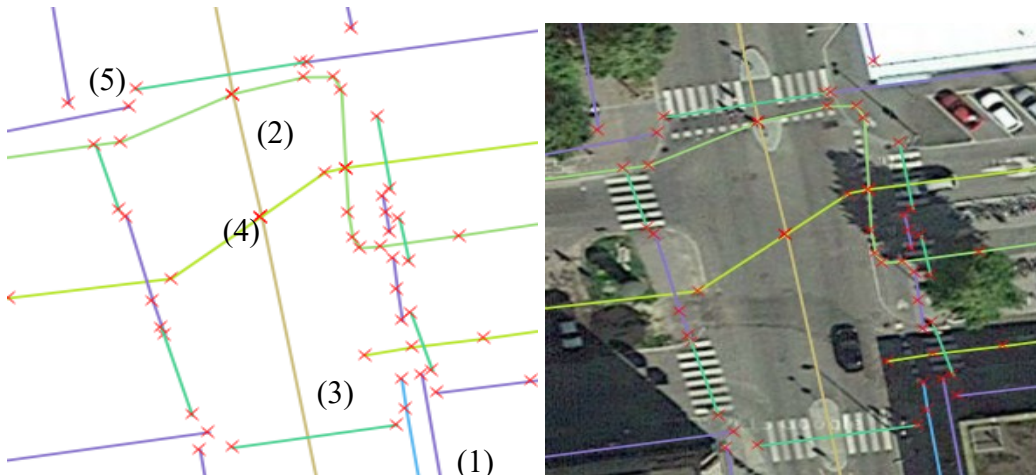
Esimerkki 9. Risteyskohdan digitointi

Alla on kuvattu esimerkki verkoston digitoinnista risteyskohdassa, jossa useita toiminnalliselta luokaltaan eri väylätyyppejä risteää.

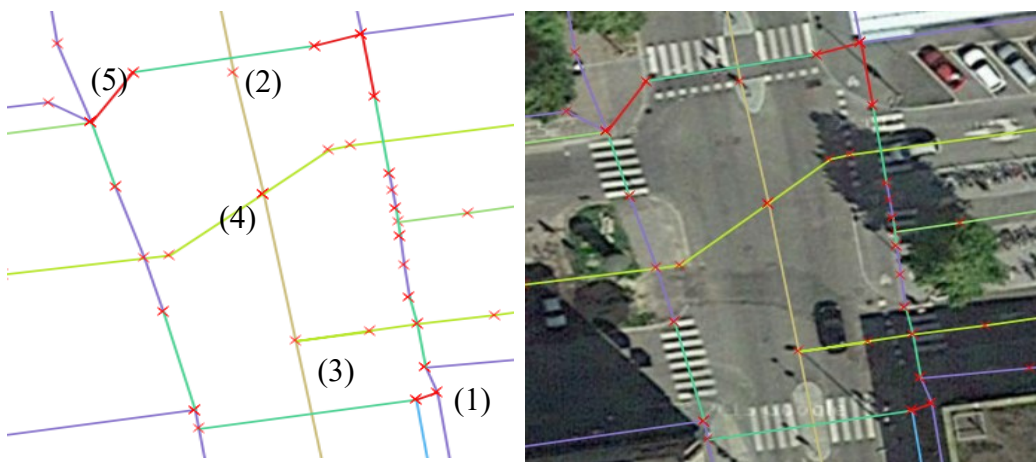
Säännöt:

- Jalkakäytävälinkkien solmupisteet digitoidaan yhteen (esim. korttelin kulmat) (1).
- Jos IRIS KLV- linkki jatkuu yhtenäisenä katulinkin yli, katkaistaan tämä linkki (sama IRIS-id (MI_PRINX) säilyy molemmille linkeille) ja kahden linkin väliin digitoidaan suojatie.
- Digitoidaan risteävät kadut yhteen kohdissa, joissa ei yhteistä solmupistettä tai verteksiä (3).
- Digitoidaan muissakin risteävissä väylissä yhteinen verteksi risteyskohtaan (topologian varmistaminen myöhemmin) (4).
- Yhdyslinkki suojatielle (5).
- Suojateiden digitointi aiemmin esiteltujen suojateiden digitointisääntöjen mukaan.

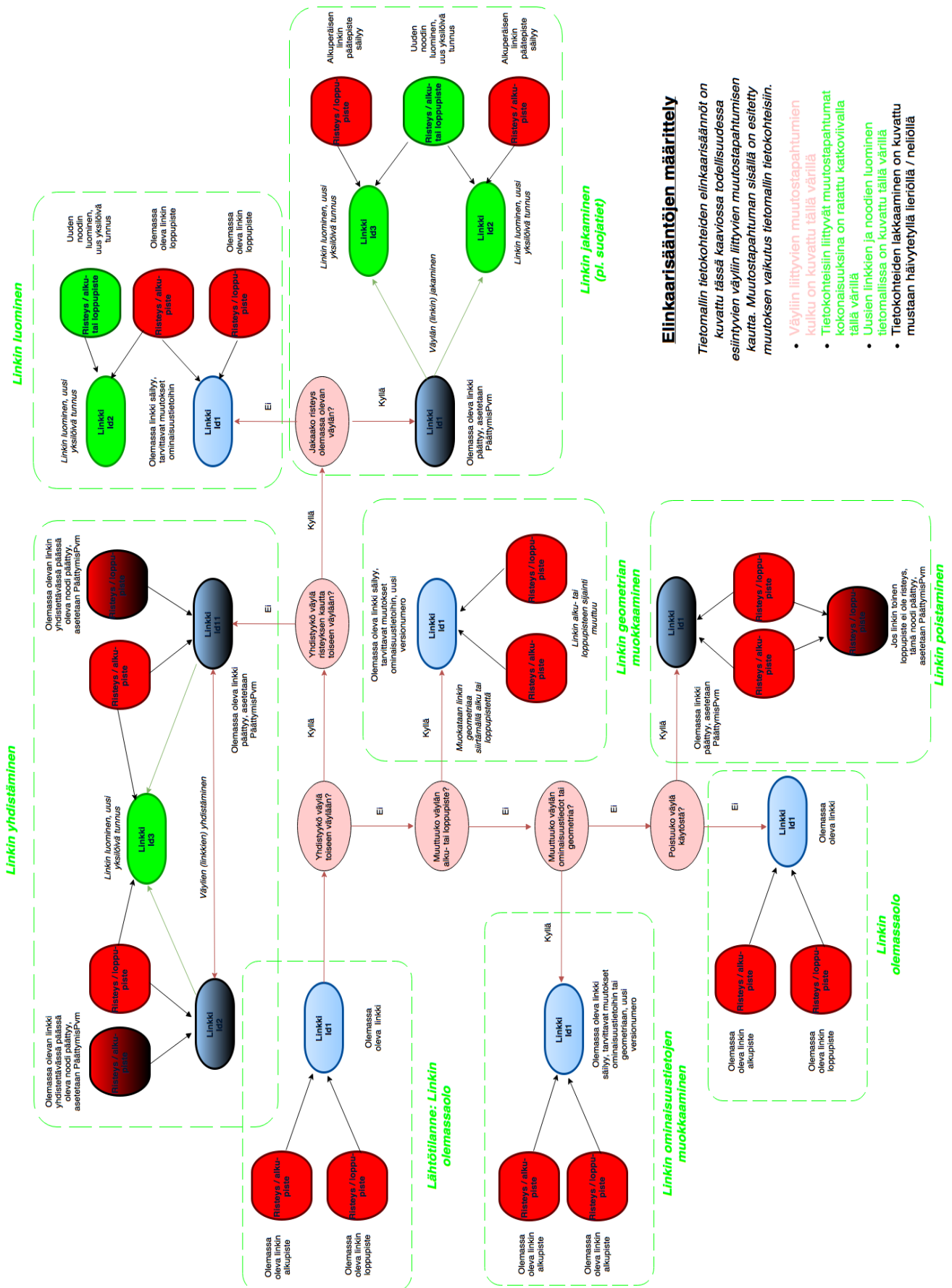
Lähtötilanne



Tilanne digitoinnin jälkeen (yhdyslinkit visualisoitu punaisina linkeinä)



Liite 10. Elinkaarisääntöjen muutostapahtumien graafinen esitys (1/1)



Liite 11. Esimerkkejä elinkaarisääntöjen muutostapahtumien vaikutuksesta tietokohteisiin (1/1)

	Elinkaarisäännöt		
Tapahtumatyyppi	Sääntö	Reaaliaikainen tapahtuma	Toimenpiteet / vaikutukset tietomallissa
	Väylälle annetaan pysyvä yksilöivä tunnus Asetetaan Vainustuntumispvm:n Asetetaan MuokkausPvm:n (muokkaa ja pvm → versio) Asetetaan tyhjiä Päätymispvm Asetetaan tyhjiä Raukeamispvm	Uusi väylä rakennetaan alkamaan olemassa olevasta risteyspisteestä Uusi väylä rakennetaan ilman kytköstä olemassa olevaan verkkoon Uusi väylä rakennetaan kahden olemassa olevan risteyspisteen välillä. Erikoistapaus: uusi väylä rakennetaan kahden olemassa olevan väylän välillä → väylien yhdistäminen	Linkit: luodetaan uusi linkki sääntöjen mukaan Noodit: luodaan kaksi uutta noodia, linkin alkuperäisnoodi ja loppunoodi jos väylä ei ole kytköksessä olemassa olevaan verkkoon. Noodit: Jos uusi väylä yhdistyy risteyspisteeseen, luodaan vain yksi noodi kuvaamaan väylän loppupistettä Noodit: Jos uusi väylä yhdistyy olemassa olevan väylän keskelle, luodaan risteysnoodi ja jätetään olemassa oleva linkki Väylän jakaminen-sääntöjen mukaan Noodit: Jos väylä yhdistää kaksi väylää näiden päättepisteiden (ei risteyspisteiden) välillä, yhdistetään väylät Väylien yhdistäminen-sääntöjen mukaan Linkit: väylä poistuu kokonaan käytöstä: asetetaan linkin yksilöivä tunnus lakanneeksi, asetetaan Päätymispvm Linkit: väylän yhdistyminen toiseen väylä (ei risteyspisteeseen) kautta → väylän poistaminen Väylän jakaminen- tai Väylien yhdistäminen-sääntöjen mukaan Noodit: Jos linkille asetetaan Päätymispvm, asetetaan linkin alkuperäisnoodille tai modernille Päätymispvm, jos noodi ei ole yhteydessä toiseen linkkiin
Väylän (linkin) poistaminen	Väylän yksilöivä tunnus muuttuu lakanneeksi Asetetaan Päätymispvm (tämä päivä) Väylä yksilöivää tunnus ei koskaan käytetä uudelleen	Väylä poistetaan käytöstä kokonaan (Väylätyyppi muuttuu: pyöräilykielto?)	Linkit: luodaan kaksi uutta linkkiä sääntöjen mukaan Noodit: luodaan uusi noodi sääntöjen mukaan Alkuperäiselle linkille asetetaan päätymispvm Ominaisuusliedot: perityvät modernille uusille linkeille, muokataan fromnode ja tonode.
Väylän (linkin) olemassaolo	Yksilöivä tunnus säilyy Elinkaarimminaisuus ei muutu Kaksi uutta Väyläkohtetta saavat uuden yksilöivän tunnuksen Mokempen väylän tunnuksen versio on 1 Asetetaan Luomispvm (tämä päivä) Asetetaan tyhjiä Päätymispvm on tyhjiä Asetetaan alkuperäiselle linkille Päätymispvm (tämä päivä)	Muut väylän ympärillä tapahtuvat muutokset eivät vaikuta väylän geometriaan tai ominaisuusliedoihin	Linkit: luodaan kaksi uutta linkkiä sääntöjen mukaan Noodit: luodaan uusi noodi sääntöjen mukaan Alkuperäiselle linkille asetetaan päätymispvm Ominaisuusliedot: perityvät modernille uusille linkeille, muokataan fromnode ja tonode.
Väylän (linkin) jakaminen	Uusi väyläkohteen saa uuden yksilöivän tunnuksen Versio 1 on luotu Asetetaan Luomispvm (tämä päivä) Asetetaan tyhjiä Päätymispvm Asetetaan alkuperäiselle linkille Päätymispvm (tämä päivä)	Uusi väylä (suojatie, uusi alkuperäis- tai loppupiste) yhdistyy olemassa olevaan väylään alkuperäis- ja loppupisteen välillä → uusi risteyspiste	Uusi linkki luodetaan väylää kuvaava uusi linkki Väylän luominen-sääntöjen mukaan. Poistuvat linkit: päätetään linkin Väylän poistaminen-sääntöjen mukaan Ominaisuusliedot: jos yhdistettävien linkkien hierarkialuokkia, väylätyyppi ja pitämateriaali ovat samat, periydään ominaisuusliedot uudeksi linkille Erikoistapaus 1 linkit: jos yhdistettävillä väylillä ja olemassa olevalla väylällä / olevilla väylillä on eri hierarkialuokka, väylätyyppi tai pitämateriaali, ei väylä yhdistetä tai yhdistetään vain toiseen väylään. Erikoistapaus 1 noodi: jos yhdistämisestä ei tapahdu tai se tapahtuu vain toisen olemassa olevan väylän osalta, säilyy ei yhdistettävien väylän noodi ns. Risteyspisteena.
Väylän (linkin) yhdistäminen	Väylän yksilöivä tunnus säilyy Versio numero kasvaa (määräilmiä 7171) Asetetaan MuokkausPvm:n (tämä päivä)	Risteys sählyy → vaikutus kaikkien risteyspisteiden väylien geometriaan Väylän alkuperäis- tai loppupiste (ei risteys) sählyy Väylän olemus muuttuu: esimerkiksi väylän kulkua muokataan siten, että väylän alkuperäinen alkuperäis- ja loppupiste säilyy	Olemassa olevaa väylää jatketaan (ominaisuusliedot säilyy sanana): muokataan väylän geometriaa ja ominaisuusliedoja sisältämällä noodia. Risteys sählyy: muokataan kaikkia risteyspisteeseen liittyviä väyliä ja risteysnoodia tarpeen mukaan Noodit: siirretään noodia tarpeen mukaan Erikoistapaus: jos olemassa olevaa väylää jatketaan, mutta uuden osan hierarkialuokka, väylätyyppi tai pitämateriaali muuttuu, ei muokata olemassa olevan linkin geometriaa vaan muodostetaan uusi linkki Väylän luominen-sääntöjen mukaan. Linkit: ei muutoksia eikä geometria muutu Linkit: jos geometria muuttuu, muokataan ominaisuusliedoja tarpeen mukaan
Väylän (linkin) geometrian muokkaaminen	Väylän yksilöivä tunnus säilyy Versio numero kasvaa (mikäli 7171) Asetetaan MuokkausPvm:n (tämä päivä)	Väylän hierarkialuokka muuttuu Väylän geometria muuttuu Väylätyyppi muuttuu Väylän pitämateriaali muuttuu Erikoistapaus: Väylien yhdistäminen tai jakaminen	Linkit: jos väylät yhdistetään tai jätetään, muokataan ominaisuusliedoja Väylän yhdistäminen- tai Väylän jakaminen-sääntöjen mukaan
Väylän (linkin) ominaisuusliedojen muokkaaminen	Yksilöivä tunnus säilyy Versio numero kasvaa (mikäli 7171) Asetetaan MuokkausPvm:n (tämä päivä)		

Elinkaarisääntöjen muutostyyppien vaikutus tietokohteisiin

